


# Keramische Halbleiterwiderstände

Ausgabe 1978

# Keramische Halbleiterwiderstände

## A) ALLGEMEINER TEIL

## 1. Temperaturabhängige Widerstände

### 1.1. Heißleiter (NTC-Thermistoren)

**Temperaturabhängigkeit**

Heißleiter sind elektrische Widerstände mit stark negativem Temperaturkoeffizienten, dessen Betrag gegenüber Metallen rund zehnmal größer ist. Die Temperaturabhängigkeit eines Heißleiters kann näherungsweise durch folgende Beziehung beschrieben werden

$$R_T = a \cdot e^{\frac{B}{T}} \qquad (1)$$

Dabei bedeuten:

$R_T$ – Widerstand (Ω) des Heißleiters bei der absoluten Temperatur T (K)

a – „Mengenkonstante", deren Größe von den Eigenschaften des Werkstoffes und der äußeren Form des Widerstandes abhängt mit Dimension (Ω)

e – Basis der natürlichen Logarithmen (2,718)

B – „Energiekonstante", abhängig vom Werkstoff und der Geometrie des Widerstandes mit Dimension (K)

Der prinzipielle Verlauf der Widerstands-Temperatur-Kennlinie für Heißleiter im Vergleich zu Kupfer kann der Abb. 1 entnommen werden.

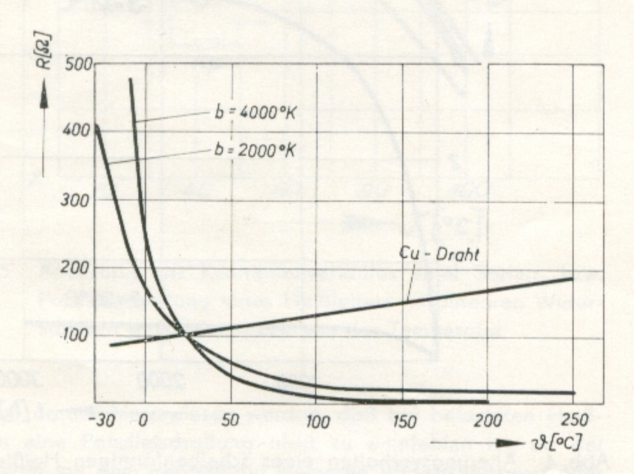



Abb. 1 Widerstand in Abhängigkeit von der Temperatur für zwei Heißleiter im Vergleich zu Kupfer

Die „Konstanten" B der nachfolgenden Datenblätter werden durch Widerstandsmessungen bei den Temperaturen $T_1$ und $T_2$ nach folgender Beziehung ermittelt:

$$B = \frac{\ln R_1 - \ln R_2}{1/T_1 - 1/T_2} \qquad (2)$$

Da der B-Wert streng genommen keine Konstante, sondern selbst eine Funktion der Temperatur ist, erfolgt die Bestimmung im allgemeinen für einen relativ engen Temperaturbereich ($T_1 = 293{,}15$ K, $T_2 = 323{,}15$ K bzw. 353,15 K). Das Bestimmungsintervall ist in den jeweiligen Datenblättern angegeben.

Entsprechend seiner Definition erhält man den Temperaturkoeffizienten eines Heißleiters nach Logarithmieren der Gleichung (1) und Differentiation mit

$$\alpha = \frac{1}{R} \cdot \frac{dR}{dT} = -\frac{B}{T^2} \qquad (3)$$

Beispielsweise ergibt sich für einen B-Wert von 3 100 K ein α-Wert von —3,6 %/grd, bezogen auf eine Temperatur von 293,15 K (Raumtemperatur). Die Änderung des Temperaturkoeffizienten des Widerstandes mit der Temperatur kann für einige ausgewählte B-Werte der Abb. 2 entnommen werden.

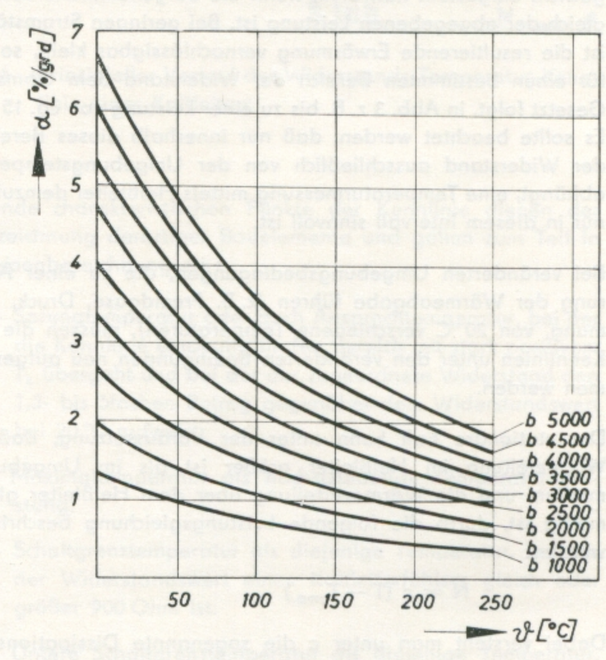



Abb. 2 Diagramm zur Ermittlung des Temperaturkoeffizienten α bei bekannter „Konstante" B

Es muß darauf hingewiesen werden, daß eine exakte Widerstands-Temperaturkennlinie nur dann zu erwarten ist, wenn der Heißleiter ausschließlich durch die Temperatur des umgebenden Mediums gesteuert wird und die elektrische Belastung bei der Messung des Widerstandes so gering ist, daß die erzeugte Joule'sche Wärme vernachlässigt werden kann.

### Strom-Spannungs-Kennlinie

Für Anwendungsfälle, bei denen Heißleiter vom durchfließenden Strom auf eine Temperatur „aufgeheizt" werden, die höher als die Umgebungstemperatur ist, ist die sogenannte statische Strom-Spannungs-Kennlinie (Abb. 3) von Interesse.

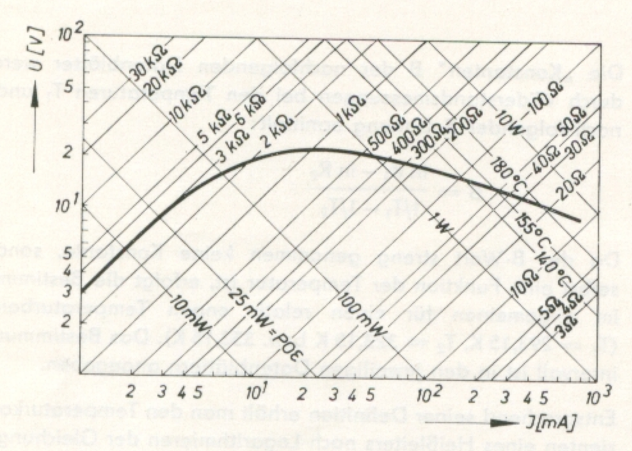



Abb. 3 Statische Strom-Spannungs-Kennlinie eines Heißleiters

Die in den Datenblättern angeführten statischen Strom-Spannungs-Kennlinien werden in ruhender Luft von 20 °C und einem Luftvolumen, das mindestens 1 000fach größer als das Volumen des Heißleiters ist, aufgenommen. Bei Aufnahme der Einzelwerte muß jedoch darauf geachtet werden, daß sich zwischen Heißleiter und Umgebungsmedium jeweils ein thermisches Gleichgewicht eingestellt hat, d. h., wenn die aufgenommene Leistung gleich der abgegebenen Leistung ist. Bei geringen Stromstärken ist die resultierende Erwärmung vernachlässigbar klein, so daß für einen bestimmten Bereich der Widerstand dem Ohmschen Gesetzt folgt, in Abb. 3 z. B. bis zu einer Leistung von ca. 15 mW. Es sollte beachtet werden, daß nur innerhalb dieses Bereiches der Widerstand ausschließlich von der Umgebungstemperatur abhängt, eine Temperaturmessung mittels Heißleiter demzufolge nur in diesem Intervall sinnvoll ist.

Bei veränderten Umgebungsbedingungen, die zu einer Änderung der Wärmeabgabe führen (z. B. Fremdgase, Druck, Strömung, von 20 °C verschiedene Temperaturen), müssen die U-I-Kennlinien unter den veränderten Bedingungen neu aufgenommen werden.

Der stationäre Fall kann unter der Voraussetzung, daß die Wärmeleitung im Heißleiter größer ist als im Umgebungsmedium und die Wärmeverteilung über dem Heißleiter gleichmäßig ist, durch die folgende Leistungsgleichung beschrieben werden:

$$N = c\,(T - T_{umg.}) \qquad (4)$$

Dabei versteht man unter c die sogenannte Dissipationskonstante als diejenige Leistung, die erforderlich ist, einen Heißleiter um 1 grd über die Umgebungstemperatur zu erwärmen.

Die Temperaturlage, bei der eine Erhöhung des Stromes zu einem Maximum des Spannungsabfalls führt, kann nach folgender Beziehung ermittelt werden:

$$T_{Umax} = \frac{B}{2} - \sqrt{\frac{B^2}{4} - BT_{umg.}} \qquad (5)$$

### Thermisches Zeitverhalten

Die in den Datenblättern speziell für stabförmige Anlaßheißleiter angegebenen Abkühlungskurven verdeutlichen das zeitliche Verhalten eines Heißleiterwiderstandes, nachdem er durch den Betriebsstrom auf die maximale Betriebstemperatur aufgeheizt und anschließend in ruhender Luft von 20 °C abgekühlt wurde. Derartige Angaben sind besonders dann von Interesse, wenn für spezielle Anwendungsfälle eine Aussage darüber getroffen werden soll, nach welcher Zeit der Heißleiter nach vorangegangener Inbetriebnahme wieder einsatzfähig ist. In anderen Erzeugnisgruppen erfolgt diese Aussage durch Angabe der sogenannten Erholungszeit, die den Zeitraum angibt, den ein Heißleiter benötigt, um, ausgehend vom Widerstandswert bei der jeweiligen Bezugstemperatur, seinen halben Kaltwiderstandswert ($\frac{R_{20}}{2}$) zu erreichen.

### Stabilität von Heißleitern

Heißleiter unterliegen analog anderen elektronischen Bauelementen einer Alterung, wobei es in Abhängigkeit von der Zeit und den Betriebsbedingungen zu einer Änderung der elektrischen Parameter kommt. Diese Alterung ist darauf zurückzuführen, daß bei polykristallinen Halbleitern selbst bei Raumtemperatur bzw. anderen Einsatztemperaturen noch Festkörperreaktionen ablaufen, bei niedrigen Temperaturen entsprechend langsam, bei höheren Temperaturen beschleunigt. In beiden Fällen nähern sich die elektrischen Parameter asymptotisch einem stabilen Endwert, vorausgesetzt, daß die vorgegebenen Grenzen für thermische und elektrische Belastbarkeit nicht überschritten werden. Abb. 4 zeigt beispielsweise die relative Widerstandsänderung in Abhängigkeit von der Zeit für zwei Alterungstemperaturen.

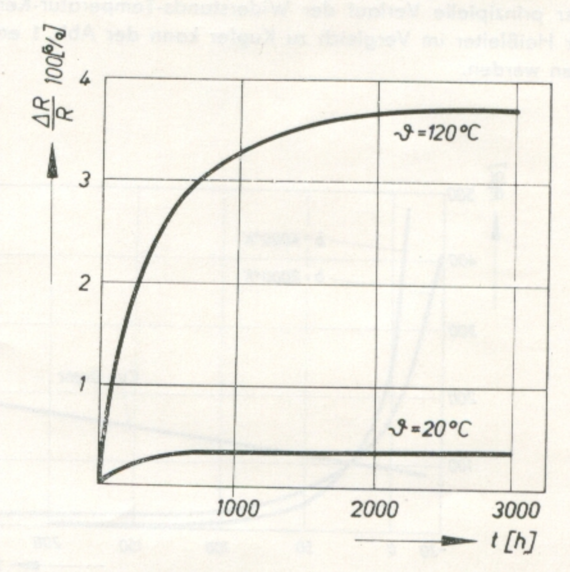



Abb. 4 Alterungsverhalten eines scheibenförmigen Heißleiters mit einem Durchmesser von 4 mm bei verschiedenen Alterungsbedingungen

Um dieser Erscheinung entgegenzuwirken, wird für einen Teil der Heißleiter bereits vom Hersteller eine künstliche Veralterung durchgeführt, die es erlaubt, für bestimmte „Meßheißleiter" die Stabilität zu verbessern. Für Anwender, die eine ihren Erfordernissen angepaßte Voralterung selbst durchführen wollen, wird empfohlen, diese Alterung über einen Zeitraum von ca. 1 000 Stunden bei einer um ca. 20 °C über der Einsatztemperatur liegenden Temperatur unter Beachtung der jeweiligen Belastungsgrenzen durchzuführen. In den meisten Fällen empfiehlt sich jedoch unter Bekanntgabe der Einsatzbedingungen eine Nachfrage beim Hersteller.

**Kennlinienkorrektur**

Im Anwendungsfall besteht die Möglichkeit, daß bei bestimmten Schaltungen ein Kennlinienverlauf gefordert wird, der durch keinen Heißleiter der Fertigungsplatte realisiert werden kann. In diesen Fällen kann eine Kennlinienkorrektur vorgenommen werden, indem man den Heißleiter mit linearen Widerständen kombiniert. Abb. 5 zeigt verschiedene Beispiele für die Kennlinienkorrektur durch Serien- bzw. Parallelschaltung eines Heißleiters mit einem linearen Widerstand.

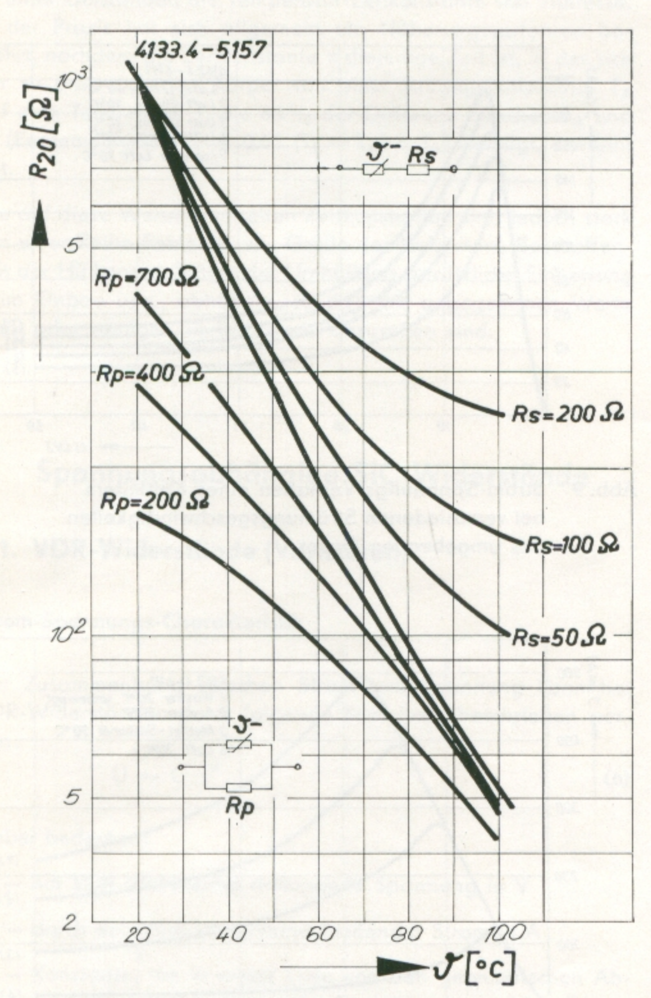



Abb. 5 Änderung des Kennlinienverlaufes einer Serien- bzw. Parallelschaltung eines Heißleiters mit linearen Widerständen in Abhängigkeit von der Temperatur

Es muß darauf hingewiesen werden, daß bei belasteten Heißleitern eine Parallelschaltung nicht zu empfehlen ist, da der Heißleiter mit dem geringfügig kleineren Widerstandswert oder größerem B-Wert zuerst niederohmiger wird. Dadurch wird er noch wärmer, bis er schließlich die gesamte Belastung aufnimmt, was letztlich zu einer Zerstörung führen würde. Parallelschaltung von Heißleitern sind also nur für Temperaturmeßzwecke mit vernachlässigbarer Strombelastung sinnvoll. Bei Kombinationsschaltungen ist zu beachten, daß der Temperaturkoeffizient der Kombination stets kleiner ist als der des eingesetzten Heißleiters.

## 1.2. Kaltleiter (PTC-Thermistoren)

**Temperaturabhängigkeit**

Kaltleiter sind elektrische Widerstände, die in einem bestimmten Temperaturbereich durch einen stark positiven Temperaturkoeffizienten gekennzeichnet sind. Im Gegensatz zu Heißleitern kann jedoch keine exakte mathematische Beziehung für das Widerstands-Temperaturverhalten angegeben werden. Der prinzipielle Verlauf der Widerstands-Temperatur-Kennlinie eines Kaltleiters ist in Abb. 6 dargestellt.

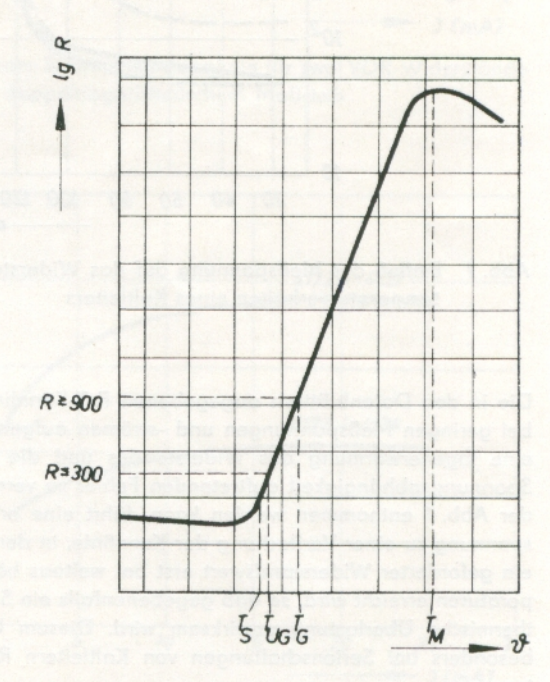



Abb. 6 Prinzipieller Verlauf der Widerstands-Temperatur-Kennlinie eines Kaltleiters

Folgende charakteristischen Punkte der Kennlinie dienen der Kennzeichnung derartiger Bauelemente und gehen zum Teil in die Typenbezeichnung ein:

$T_s$ – Sprungtemperatur oder auch Ansprechtemperatur, bei der die Kennlinie eindeutig in den Bereich mit stark positivem $T_k$ übergeht und bei der der zugeordnete Widerstand den 1,5- bis 5fachen Betrag gegenüber dem Widerstandswert bei 20 °C aufweist.

$T_m$ – Maximaltemperatur als höchstzulässige Temperaturbelastung.

$T_G$ – Schaltgrenztemperatur als diejenige Temperatur, bei der der Widerstandswert eines Kaltleiterfühlers gleich oder größer 900 Ohm ist.

$T_{UG}$ – Untere Schaltgrenztemperatur als diejenige Temperatur, bei der der Widerstandswert eines Kaltleiterfühlers gleich oder kleiner 300 Ohm ist.

Anstelle des Temperaturkoeffizienten des Widerstandes zwischen 20 °C und $T_M$ wird in den Datenblättern der Faktor $f_A$ für den Widerstandsanstieg in diesem Temperaturbereich angegeben. Für die Aufnahme von Widerstands-Temperaturkennlinien sowie für den Anwendungsfall ist der Einfluß der Meßspannung gemäß Abb. 7 zu berücksichtigen.

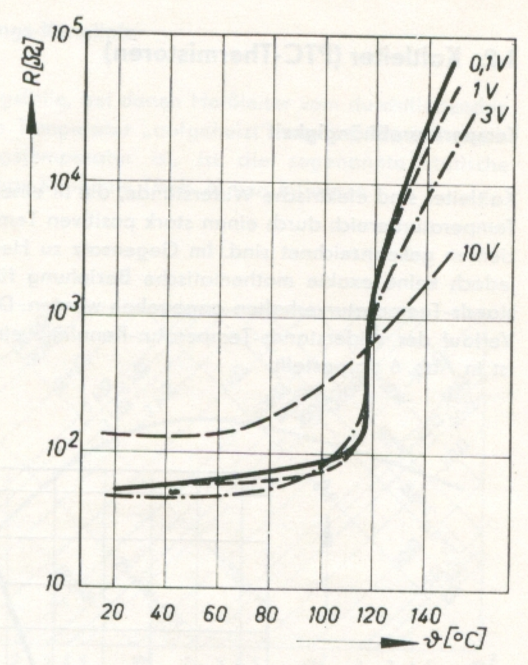



Abb. 7 Einfluß der Meßspannung auf das Widerstandstemperaturverhalten eines Kaltleiters

Die in den Datenblättern angegebenen R-T-Kennlinien wurden bei geringen Meßspannungen und -strömen aufgenommen, um eine Eigenerwärmung des Widerstandes und die infolge der Spannungsabhängigkeit auftretenden Fehler zu vermeiden. Wie der Abb. 7 entnommen werden kann, führt eine erhöhte Meßspannung zu einer Verflachung der Kennlinie, in deren Ergebnis ein geforderter Widerstandswert erst bei weitaus höheren Temperaturen erreicht wird, so daß gegebenenfalls ein Schutz gegen thermische Überlastung unwirksam wird. Diesem Umstand ist besonders bei Serienschaltungen von Kaltleitern Rechnung zu tragen.

**Strom-Spannungs-Kennlinie**

Die Aufnahme der statischen Strom-Spannungs-Kennlinien (Abb. 8) erfolgt analog der von Heißleitern. Der zugehörige Stromwert wird erst abgelesen, wenn sich nach Einstellung eines bestimmten Spannungswertes der Kaltleiter mit seinem Umgebungsmedium (für die in den Datenblättern angegebenen Kennlinien reibende Luft bei 20 °C) in einem thermischen Gleichgewicht befindet. Dabei ist zu beachten, daß im Gegensatz zu Heißleitern der Strom über der Spannung aufgetragen ist.

Wie der Abb. 8 entnommen werden kann, verhalten sich Kaltleiter bis zum Erreichen der Sprungtemperatur annähernd wie Ohm'sche Widerstände. Bei weiterer Spannungserhöhung steigt der Widerstand infolge Eigenerwärmung stark an, wodurch der Strom durch den Kaltleiter rapide abnimmt. Bei weiterer Spannungserhöhung über das in Abb. 6 dargestellte Widerstandsmaximum hinaus, wird infolge des nunmehr eintretenden negativen Temperaturkoeffizienten der Kaltleiter durch den lawinenartig zunehmenden Strom zerstört.

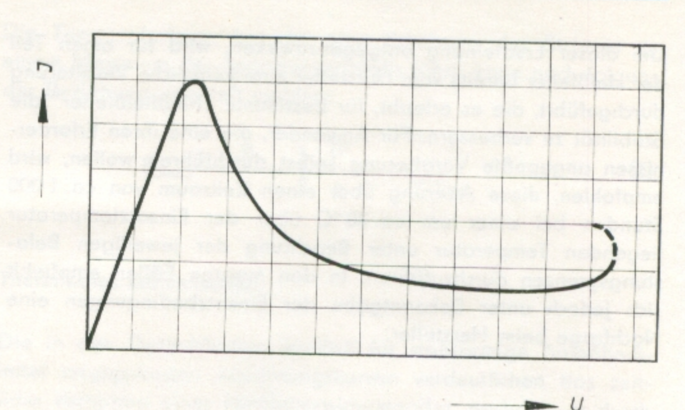



Abb. 8 Prinzipdarstellung der Strom-Spannungs-Kennlinie eines Kaltleiters

Der Verlauf der Strom-Spannungs-Kennlinien ist in starkem Maße von den Wärmeableitbedingungen abhängig. Die Auswirkung verschiedener Wärmeableitbedingungen auf die U-I-Kennlinie von Kaltleitern kann den Abb. 9, 10 und 11 entnommen werden.

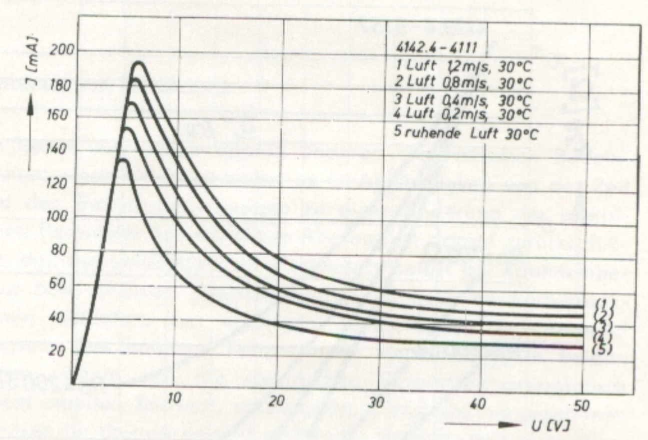



Abb. 9 Strom-Spannungs-Verhalten eines Kaltleiters bei verschiedenen Strömungsgeschwindigkeiten des umgebenden Gases

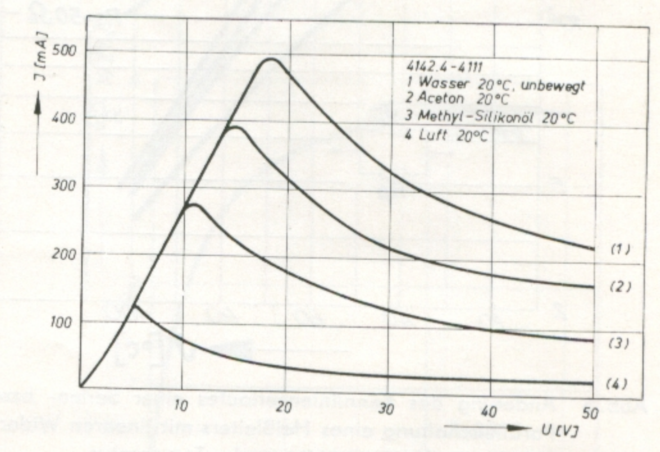



Abb. 10 Strom-Spannungs-Verhalten eines Kaltleiters bei verschiedenen Umgebungsmedien

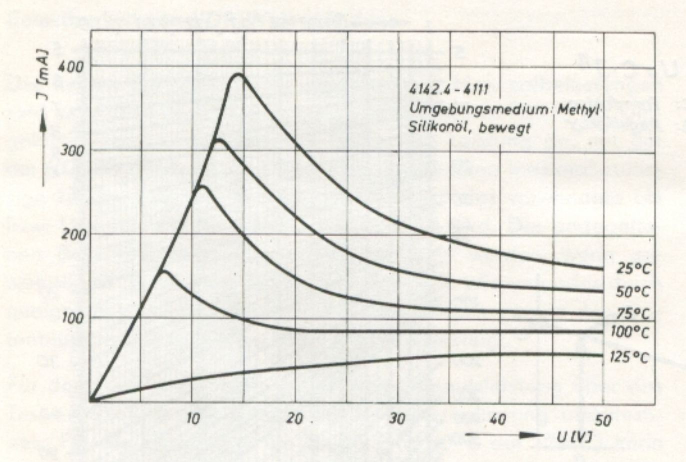



Abb. 11 Strom-Spannungs-Verhalten eines Kaltleiters bei verschiedenen Umgebungstemperaturen

**Thermisches Zeitverhalten**

Für den Einsatz von Kaltleitern als Temperatur-Grenzwertschalter ist unter Umständen die Temperatur-Zeitkonstante von Interesse. In der Praxis hat sich allgemein ein Näherungsverfahren bewährt, nachdem die Zeitkonstante $\tau$ diejenige Zeit ist, in der sich der zu untersuchende Körper von einer Anfangstemperatur $T_A$ auf eine Temperatur T, die 63 % der Differenz zwischen $T_A$ und $T_E$ (Endtemperatur) $[T = 0{,}63\ (T_E - T_A) + T_A]$ beträgt, erwärmt hat.

Die auf diese Weise ermittelten Zeitkonstanten sind jedoch stark von einer Reihe Faktoren, wie Größe des Kaltleiters, Beschaffenheit der Hüllmasse, Stärke der Umhüllung, zusätzliche Einbettung beim Einbau usw., abhängig, so daß die angegebenen Werte mehr oder weniger als Richtwerte anzusehen sind.

## 2. Spannungsabhängige SiC-Widerstände

### 2.1. VDR-Widerstände (Varistoren)

**Strom-Spannungs-Charakteristik**

Der Zusammenhang zwischen Strom und Spannung kann bei VDR-Widerständen durch folgende Beziehung beschrieben werden:

$$U = C \cdot I^{\beta} \qquad (6)$$

Dabei bedeuten:

U – am VDR-Widerstand anliegende Spannung in V

I – durch den VDR-Widerstand fließender Strom in A

C – Konstante, die in erster Linie von den geometrischen Abmessungen abhängt und der Spannung entspricht, die am VDR-Widerstand anliegen müßte, damit ein Strom von 1 A fließt

$\beta$ – Nichtlinearitätskoeffizient

Die graphische Darstellung der Strom-Spannungs-Charakteristik ist in den Datenblättern analog Abb. 12 im doppeltlogarithmischen Maßstab angegeben. Eine Darstellung im linearen Maßstab (Abb. 13) bietet jedoch Vorteile bei der Errechnung von Kombinationsschaltungen mit Ohm'schen Widerständen.

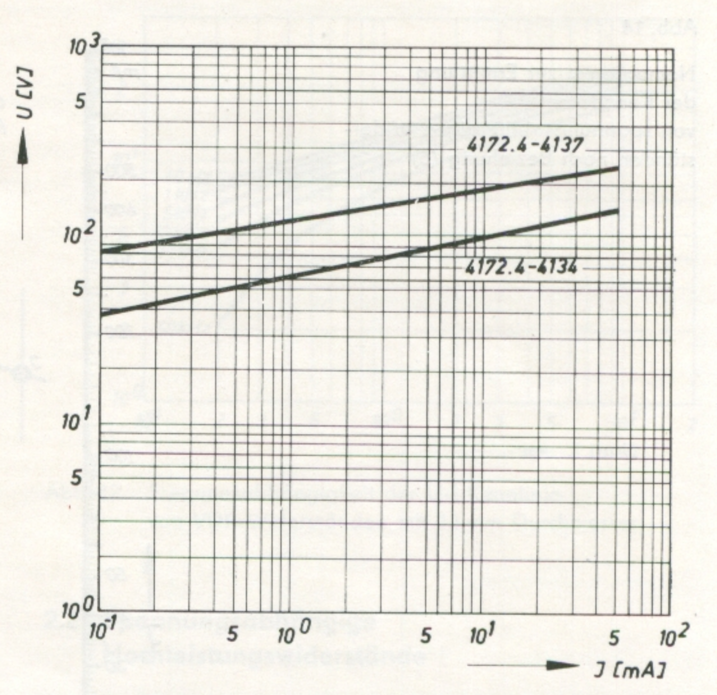



Abb. 12 Strom-Spannungs-Kennlinie für zwei VDR-Widerstände in doppeltlogarithmischem Maßstab

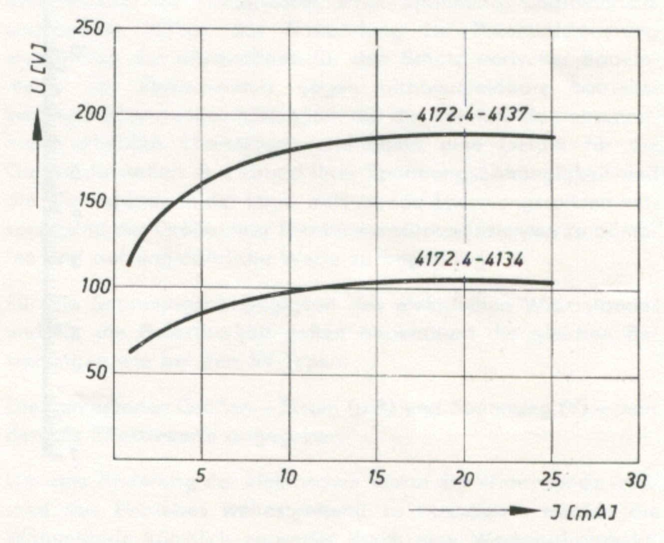



Abb. 13 Strom-Spannungs-Kennlinie für zwei VDR-Widerstände in linearem Maßstab

Der Nichtlinearitätskoeffizient $\beta$ gibt dabei die Steigung der Geraden in der doppeltlogarithmischen Darstellung an und kann durch die Ermittlung von zwei Wertepaaren für U und I nach folgender Beziehung ermittelt werden:

$$\beta = \frac{\lg U_1 - \lg U_2}{\lg I_1 - \lg I_2} \qquad (7)$$

Die Beziehung (6) gilt genau genommen nur für einen bestimmten Stromdichtebereich. Für kleine Ströme ergeben sich Abweichungen von der Geraden. Beim Betrieb mit geringen Leistungen muß diesem Umstand Rechnung getragen werden. Die Berechnung von anderen interessierenden Werkpaaren für Strom und Spannung sowie das Auffinden des entsprechenden C-Wertes kann mittels Nomogramm nach Abb. 14 erfolgen.

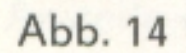


Abb. 14

Nomogramm zur Ermittlung der Kenndaten von spannungsabhängigen Widerständen nach Beziehung (6)

$U = C \cdot J^{\beta}$

C: Formfaktor

β: Regelfaktor

### Temperaturabhängigkeit der elektrischen Eigenschaften

Die für VDR-Widerstände im allgemeinen unerwünschte Eigenschaft der Temperaturabhängigkeit der elektrischen Kennwerte läßt sich nicht völlig vermeiden. Wie der Abb. 15 zu entnehmen ist, ist die Temperaturabhängigkeit des Nichtlinearitätskoeffizienten vernachlässigbar klein. Die bei zwei verschiedenen Temperaturen ermittelten Kennlinien haben die gleiche Steigung. Die Verschiebung der beiden Kennlinien zeigt jedoch, daß der C-Wert einen negativen Temperaturkoeffizienten hat.

Als Richtwerte für Spannung bzw. Strom kann gesagt werden:

– bei konstantem Strom nimmt die Spannung um ca. 0,15 %/K ab,

– bei konstanter Spannung nimmt der Strom um ca. 0,7 % zu.

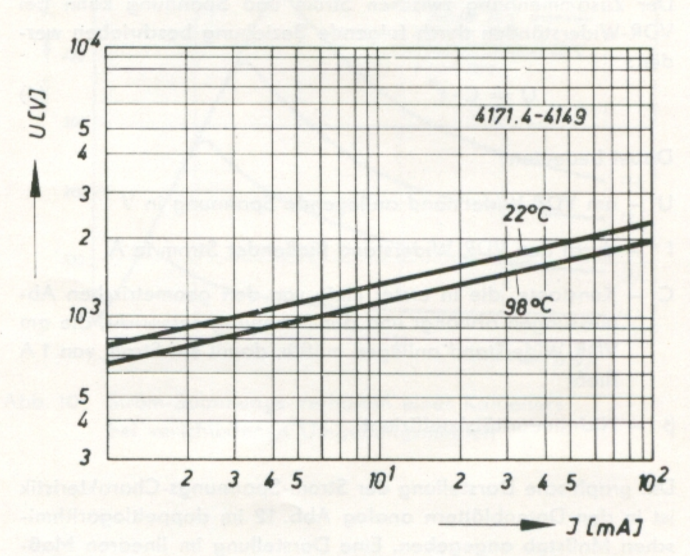



Abb. 15 U-I-Kennlinien eines VDR-Widerstandes bei zwei verschiedenen Temperaturen

**Belastbarkeit von VDR-Widerständen**

Die in den Datenblättern ausgewiesenen Maximalbelastungen sind auf Gleichstrombetrieb und ruhende Luft von 20 °C als Umgebungsmedium bezogen. Sie geben die Leistung an, mit der der VDR-Widerstand im Dauerbetrieb auf seine maximal zulässige Temperatur, die im wesentlichen durch das verwendete Lot bzw. Umhüllmittel bestimmt wird, erwärmt wird. Die angegebenen Belastungswerte können überschritten werden, wenn gewährleistet ist, daß die Temperatur des VDR-Widerstandes durch geeignete Wahl der Wärmeableitbedingungen den in den Datenblättern angegebenen Betrag nicht übersteigt.

Für den Impulsbetrieb ist die zulässige Impulsleistung über das Testverhältnis in die entsprechende Dauerbelastung umzurechnen. Für die Erwärmung um 100 °C (von 20 °C auf 120 °C) kann mit einer Belastung von ca. 60 Ws/p gerechnet werden. Ein VDR-Widerstand mit einem Gewicht von 1 p kann demnach 1 Sekunde mit 60 W belastet werden.

**Wechselspannungsverhalten**

Aufgrund der nichtlinearen Beziehung zwischen Strom und Spannung resultiert bei Anlegen einer sinusförmigen Spannung an den VDR-Widerstand eine verzerrte Stromkurve, deren Mittelwert $I_m$ und Effektivwert $I_{eff}$ stark von dem Gleichstromwert abweicht, der eine dem Effektivwert $U_{eff}$ der angelegten Wechselspannung adäquate Gleichspannung hervorruft. Die Verhältnisse der resultierenden Mittel- und Effektivwerte zu den jeweiligen adäquaten Gleichstromwerten sind vom Nichtlinearitätskoeffizienten β abhängig.

Infolge der Eigenkapazität werden bei Betrieb mit Wechselspannung andere Kennlinien als mit Gleichspannung gemessen. Dabei macht sich entsprechend der Abbildungen 16 und 17 der Frequenzeinfluß besonders bei kleineren Spannungen bemerkbar, bei höheren Spannungen ist er wesentlich geringer.

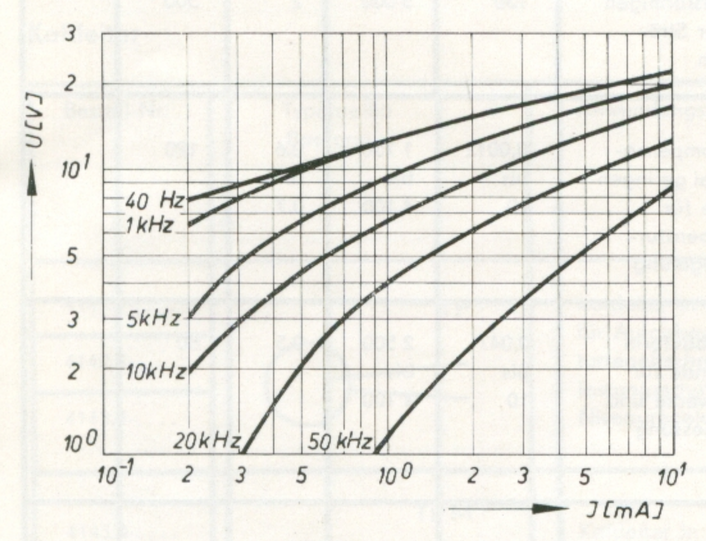



Abb. 16 Frequenzabhängigkeit der U-I-Kennlinie von VDR-Widerständen mit 44 mm Durchmesser

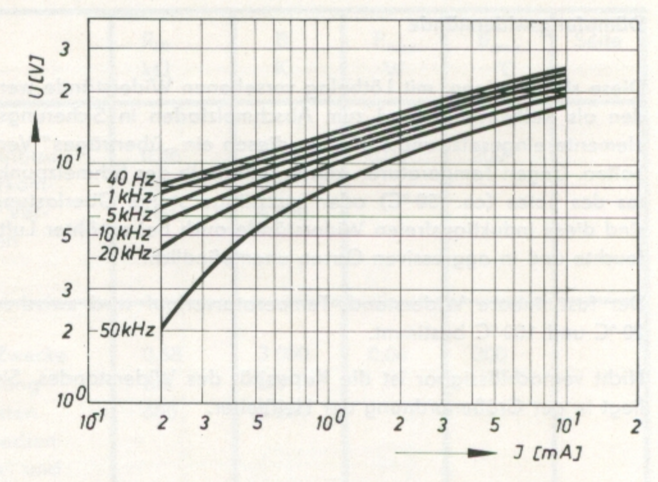



Abb. 17 Frequenzabhängigkeit der U-I-Kennlinie von VDR-Widerständen mit 13 mm Durchmesser

## 2.2. Spannungsabhängige Hochleistungswiderstände

Die spannungsabhängigen Hochleistungswiderstände umfassen die folgenden Typen: SS, SB, SW und SBS. Sie werden überall dort angewendet, wo es gilt, induktionsfreie und kapazitätsarme Widerstände mit nichtlinearer Strom-Spannungs-Charakteristik einzusetzen. Neben der Anwendung zur Potentialsteuerung eignen sich die Widerstände für den Schutz wertvoller Bauelemente der Elektrotechnik gegen nichtvermeidbare betriebsbedingte Spannungserhöhungen, die die normale Betriebsspannung erheblich übersteigen und somit eine Gefahr für die Geräte darstellen. Auf Grund ihrer Spannungsabhängigkeit sind die Widerstände in der Lage, auftretende Spannungsspitzen entsprechend der Größe ihrer Nichtlinearitätskoeffizienten zu dämpfen und auf ungefährliche Werte zu begrenzen.

Für die Spannungsabhängigkeit des elektrischen Widerstandes und für die Belastbarkeit gelten angenähert die gleichen Beziehungen wie bei den SV-Typen.

Die gemessenen Größen — Strom (mA) und Spannung (V) — werden als Effektivwerte angegeben.

Um eine Änderung der elektrischen Werte der Widerstände während des Betriebes weitestgehend zu vermeiden, werden die Widerstände künstlich entweder durch eine Wechselstrombelastung oder durch Stoßstrombelastungen gealtert, so daß gewährleistet ist, daß die Änderung der elektrischen Werte unter zulässigen Betriebsbedingungen innerhalb der Toleranzgrenzen liegt. Die Messung der elektrischen Werte der Widerstände erfolgt bei sinusförmiger Spannung mit einer Frequenz von 50 Hz. Bis zu einer Frequenz von 200 Hz kann der Frequenzeinfluß vernachlässigt werden, und die Formel (6) hat angenähert Gültigkeit.

## 3. Festwiderstände

Für Sonderanwendungsfälle in der Elektrotechnik wurden auf oxidkeramischer Basis halbleitende Volumenwiderstände entwickelt, die sich durch hohe thermische Belastbarkeit und kleinen positiven oder negativen Temperaturkoeffizienten des Widerstandes auszeichnen, wobei die Toleranzen des Widerstandes nicht zu eng gewählt werden sollen.

Diese Festwiderstände werden in 2 Typengruppen hergestellt.

**Dämpfungswiderstände**

Diese stabförmigen, mit Lötbelag versehenen Widerstände werden als Reihenwiderstand zum Abschmelzfaden in Sicherungselemente eingesetzt und verleihen diesen ein „überträges" Verhalten. Gegen Temperaturen knapp unterhalb des Schmelzpunktes des Lotes (ca. 150 °C) oder kurzzeitige starke Überlastung sind diese induktionsfreien Widerstände auch bei erhöhter Luftfeuchte und in aggressiven Gasen unempfindlich.

Der fast lineare Widerstands-Temperaturverlauf wird zwischen 20 °C und 100 °C bestimmt.

Nicht vernachlässigbar ist die Kapazität des Widerstandes. Sie liegt in der Größenordnung der Heißleiter.

**Zündwiderstände**

Die Zündwiderstände wurden speziell als Strombegrenzungswiderstände im Zündkreis für Quecksilber-Hochdrucklampen entwickelt. Sie werden allen sich daraus ergebenden Anforderungen, wie hohe elektrische und thermische Belastbarkeit bis 400 °C, Impulsfestigkeit, guter Langzeitstabilität und geringer Temperaturkoeffizient des Widerstandes gerecht. Sie sind außerdem induktions- und kapazitätsarm und erlauben deshalb auch weitere Anwendungsgebiete.

## Bauformübersicht

### NTC-Thermistoren · Heißleiter

| Bestell-Nr. | Typenreihe Bauform | Anwendungszweck | $R_{20}$ kΩ | B K | $P_{max.}$ W | $\vartheta_{max.}$ °C | Seite |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4152.4-. . . . | TNA | Heißleiter zum Heizfadenschutz in Rundfunk und Fernsehgeräten sowie für Verzögerungsschaltungen bei Relais | 2 bis 7 | ~4 200 | 7,3 und 10,4 | 250 | |
| 4112.4-. . . . | TNM | Heißleiter für Temperaturmessung und -regelung in festen und gasförmigen Medien sowie für Strömungsmessungen | 0,047 bis 150 | 1 500 bis 5 000 | 1 und 2 | 150 und 500 | |
| 4131.4-. . . .<br>4133.4-. . . . | TNK-A | Heißleiter für Kompensationsaufgaben bei geringen Leistungen sowie für Zwecke der Temperaturmessung und -regelung | 0,0012 bis 10 | 1 750 bis 4 100 | 0,6 und 0,7 | 120 | |
| 4138.4-. . . . | TNK-B | Heißleiter in Einbauform mit Schraubgewinde für Kompensationszwecke und zur Temperaturmessung und -regelung | 0,047 bis 10 | 2 500 bis 4 100 | 0,5 | 80 | |
| 4135.4-. . . . | TNK-C | Heißleiter für Kompensationszwecke speziell in der Fernsehempfangstechnik | 0,022 | 3 100 | 1 | 120 | |
| 4137.3-. . . . | TNK-P | Heißleiter zur Messung von Kühlwassertemperaturen in Kraftfahrzeugmotoren | 0,50 | | 1 | 130 | |

| Bestell-Nr. | Typenreihe Bauform | Anwendungszweck | $R_{20}$ kΩ | B K | $P_{max.}$ W | $\vartheta_{max.}$ °C | Seite |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4167.4-.... | TNS-A | Mikroheißleiter in Einbauform zur Temperaturkompensation sowie für Verzögerungsschaltungen | 0,68 bis 680 | 3 050 bis 4 250 | 0,06 | 200 | |
| 4168.4-.... | TNS-B | Mikroheißleiter für Zwecke der Temperaturmessung und -regelung in festen und gasförmigen Medien sowie für Strömungs- und Vakuumsmessungen | 0,68 bis 680 | 3 050 bis 4 250 | 0,06 | 200 | |
| 4169.4-.... | TNS-C | | | | | | |
| 4161.6-5.... | TNF-G | Mikroheißleiter als Glasfühler für Zwecke der Temperaturmessung und -regelung | 0,68 bis 680 | 3 050 bis 4 250 | 0,060 | 200 | |
| 4161.6-1... | TNF-M | Mikroheißleiter als Metallfühler für Zwecke der Temperaturmessung und -regelung | 0,68 bis 680 | 3 050 bis 4 250 | 0,060 | 200 | |
| 4161.6-1... | TNR | Spezialheißleiter in Röhrenform für Zwecke der Spannungsstabilisierung | 1,70 und 15,0 | | | | |

**PTC-Thermistoren**

**Kaltleiter**

| Bestell-Nr. | Typenreihe Bauform | Anwendungszweck | $R_{20}$ kΩ | Sprungtemperatur $\vartheta_s$ °C | U max. V | Seite |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4141.4-.... | TP | Kaltleiter in Scheibenform für Aufgaben der Temperaturregeltechnik, des Überlastungsschutzes und der Niveauregelung | 30 | 50 bis 120 | 50 | |
| 4142.4-.... | | | 40 | | 40 | |
| 4143.4-.... | | | 60 | | 30 | |
| 4145.4-.... | TPM | Kaltleiter in Fühlerform speziell für den thermischen Wicklungsschutz bei Elektromotoren | 60 | 80 bis 160 | 2,32 k | |

## Festwiderstände

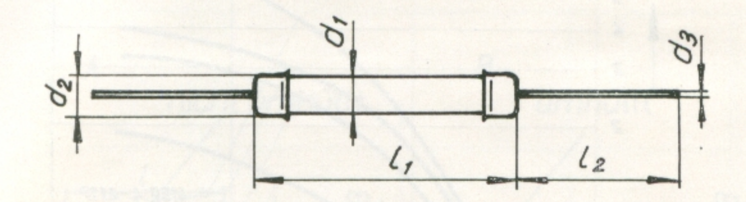
| Bestell-Nr. | Typenreihe Bauform | Anwendungszweck | $R_{20}$ kΩ | $P_{max.}$ W | ϑ °C | Seite |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4193.3-. . . . | FD | Induktionsarme Festwiderstände für den Einsatz als Dämpfungswiderstände in Sicherungselementen | 2,0 bis 7,0 | 2 | 120 | |
| 4192.4-. . . . | FZ | Hochbelastbarer Festwiderstand zur Begrenzung des Stromes im Zündkreis von Quecksilber-Hochdrucklampen | 15 k und 28 k | $U_{max.}$ V<br>220 | 400 | |

## VDR-Widerstände
## Spannungsabhängige Widerstände

| Bestell-Nr. | Typenreihe Bauform | Anwendungszweck | Klassifizierungsspannung U V | Meßstrom J mA | $P_{max.}$ W | $ϑ_{max.}$ °C | Nichtlinearitätskoeff. β | Seite |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4171.4-. . . .<br>4172.4-. . . .<br>4174.4-. . . . | SV | Varistoren für Zwecke der Stabilisierung, Funkenlöschung und zum Schutz gegen Überspannungen | 10 bis 1 200 | 10 | 0,6<br>0,9<br>3,7 | 120 | 0,18 bis 0,26 | |
| 4183.4-. . . . | SB | Induktions- und kapazitätsarme Hochleistungswiderstände für den Überspannungsschutz sowie für Dämpfungszwecke | 3,3 bis 15 000 | 10 bis 1 000 | 60 bis 650 | 200 | 0,4 bis 0,8 | |
| 4181.3-. . . . | SS | Induktions- und kapazitätsarme Hochleistungswiderstände für Dämpfungszwecke | 3,3 bis 100 | 10 bis 1 000 | 28 und 44 | 200 | 0,8 | |
| 4184.3-. . . . | SW | Induktions- und kapazitätsarme Hochleistungswiderstände für den Überspannungsschutz | 80 bis 120 | 100 bis 150 | 12 | 200 | 0,35 | |
| 4187.4-. . . . | SBS | Hochleistungswiderstände speziell für den Einsatz in Strombegrenzungs-Drosselspulen | 400 bis 2 000 | 10 bis 15 | | | 0,3 | |

## Stabförmige NTC-Widerstände

### Typenreihe TNA TGL 14 281/02




| Abmessungen | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $l_1$ | zul. Abw. | $l_2$ | zul. Abw. | $d_1$ | zul. Abw. | $d_2$ max. | $d_3$ | zul. Abw. | Bestell-Nr. |
| mm | | | | | | | | | |
| 25 | ±2 | 40 | ±2 | 8 | ±0,5 | 9,5 | 0,8 | −0,05<br>+0,15 | 4152.4-X111.00 bis<br>4152.4-X113.00 |
| 47 | ±3 | 25 | ±5 | | | | | | 4152.4-X114.00 bis<br>4152.4-X117.00 |

| Typ | Spannungsabfall bei Meßstrom U<br>V | zul. Abw. | Meßstrom J<br>mA | Nennwiderstand $R_{20}$<br>kΩ | zul. Abw. | Belastbarkeit P<br>W | Dissipationskonstante δ<br>mW/K | Erholungszeit t<br>min<br>mind. | Bestell-Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TNA 10/10/300 | 10 | ±10 % | 300 | 2 | ±1 | 7,3 | 20 | 6 | 4152.4-4111.00 |
| TNA 12/10/300 | 12 | | | 3 | ±1,5 | | | | 4152.4-4112.00 |
| TNA 15/10/300 | 15 | | | 4 | | | | | 4152.4-4113.00 |
| TNA 18/10/300 | 18 | | | 5 | | 10,4 | 38 | 8 | 4152.4-4114.00 |
| TNA 22/10/300 | 22 | | | 6 | | | | | 4152.4-4115.00 |
| TNA 25/10/300 | 25 | | | 7 | | | | | 4152.4-4117.00 |

Konstante B: ~4 200 K

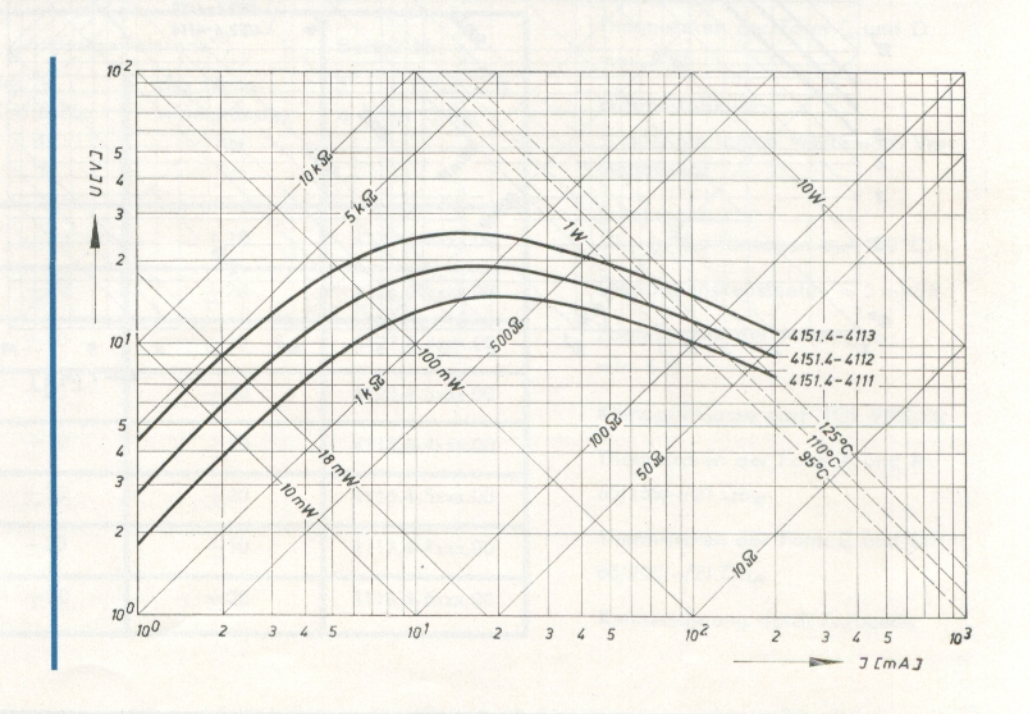
Prüfklasse nach TGL 9200/02:
40/200/–/21 $Db_{40}$

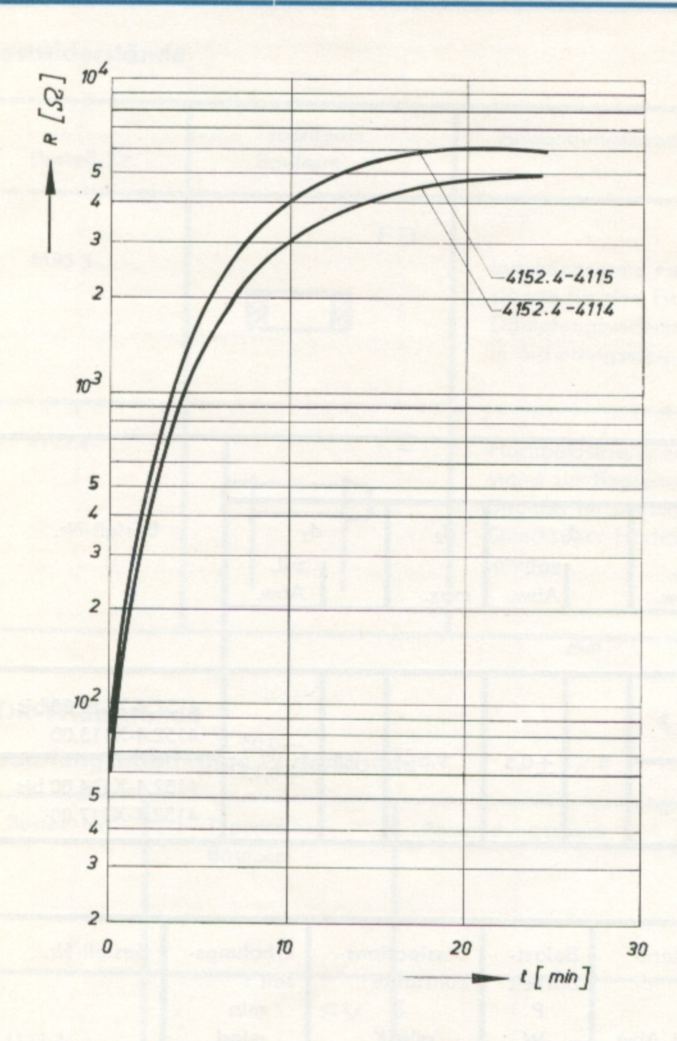
Kennzeichnung durch Aufdruck:
Spannungsabfall/Meßstrom

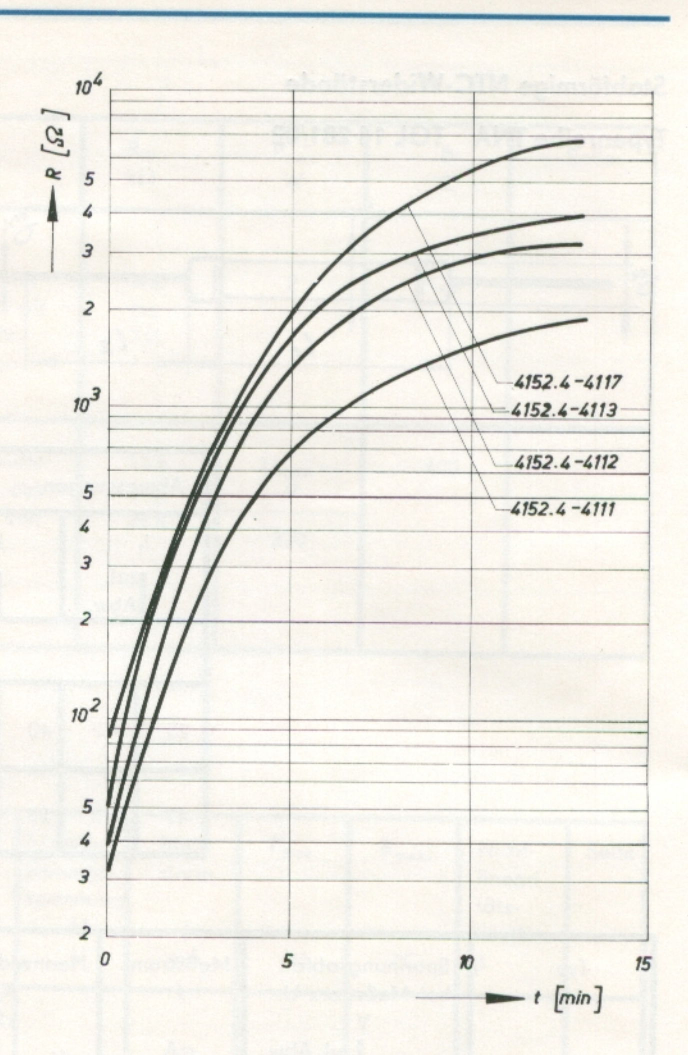
Bestellbeispiel:

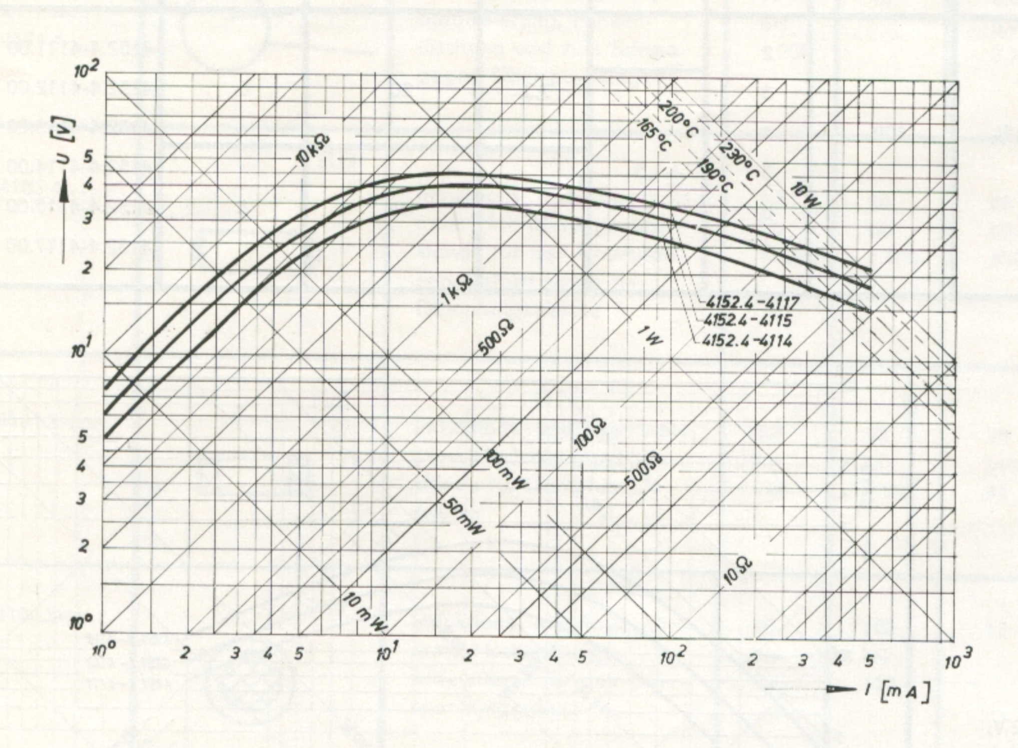
TNA 22/10/300 4152.4-4115.00

Thermistor für Anlaßzwecke, Spannungsabfall bei Meßstrom U = 22 V, Meßstrom J = 300 mA, Toleranz des Spannungsabfalls ±10 %



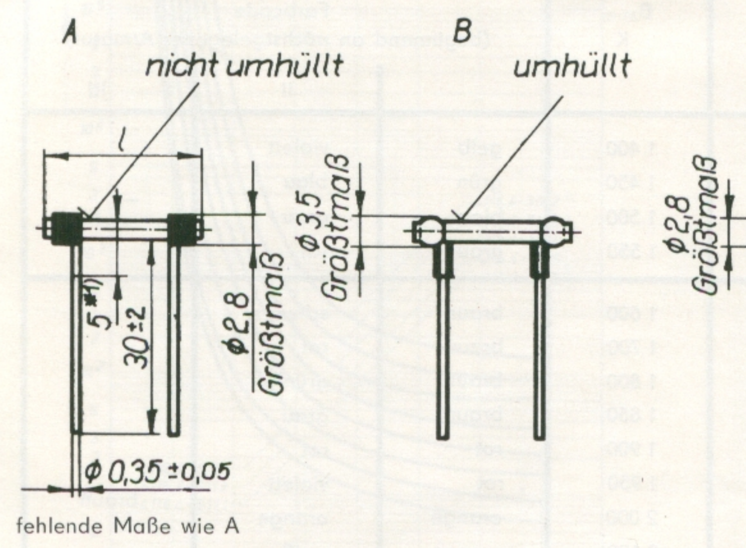

R [Ω]
4152.4-4115
4152.4-4114
t [min]

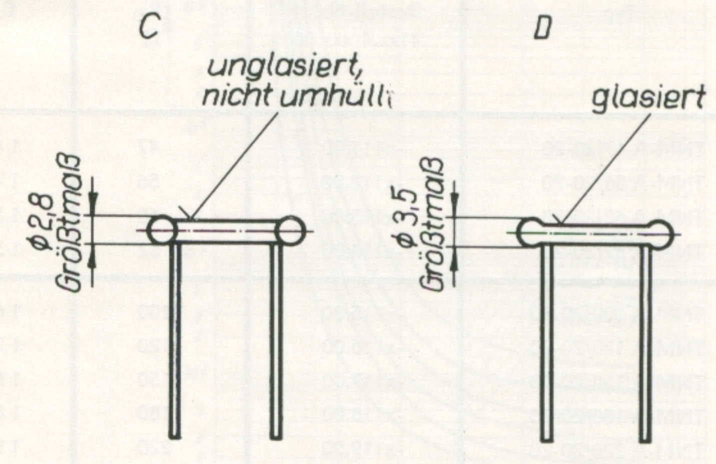

R [Ω]
4152.4-4117
4152.4-4113
4152.4-4112
4152.4-4111
t [min]


U [V]
10 kΩ
200°C
165°C
230°C
190°C
10 W
1 kΩ
500 Ω
1 W
4152.4-4117
4152.4-4115
4152.4-4114
100 Ω
500 mW
100 mW
50 mW
10 Ω
10 mW
I [mA]

## Stabförmige NTC-Widerstände

### Typenreihe TNM · TGL 14 281/04




*1) Für die Weiterverarbeitung: Mindestabstand 5 mm beim Abbiegen der Anschlüsse, Mindestbiegeradius 1 mm

fehlende Maße wie A

Die Gestaltung braucht der bildlichen Darstellung nicht zu entsprechen; nur die angegebenen Maße sind einzuhalten.

Form A und B: Mindestabstand des Thermistorkörpers zur Lotoberfläche 5 mm beim Löten und beim Nachweiß der Lötbeständigkeit.

| Nennwiderstand $R_{20}$ kΩ | Längenabmessung l ±3 | Masse g ≈ |
|---|---|---|
| von 47 bis 3,9 k | 10 | 0,22 |
| von 4,7 k bis 6,8 k | 10 oder 15*2) | |
| von 8,2 k bis 150 k | 15 | 0,26 |

*2) wird vom Hersteller festgelegt

| Ausführungsform | Anschlußdrähte | ϑ °C max. | zulässige Toleranz*3) der Konstante B % | zulässige Toleranz*3) des Nennwiderstandes $R_{20}$ % | Bestell-Nr. 3. + 4. Ziffer ≙ B 6. Ziffer ≙ $R_{20}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| A | Kupfer verzinnt | 150 | ±10 | ±10 | 4125.4-4xxx.00 |
| | | | ±20 | ±20 | 4126.4-5xxx.00 |
| B | | 150 | ±10 | ±10 | 4127.4-4xxx.00 |
| | | | ±20 | ±20 | 4128.4-5xxx.00 |
| C | Dilasil nicht lötbar | 400 | ±10 | ±10 | 4115.4-4xxx.00 |
| | | | ±10 | ±20 | 4116.4-5xxx.00 |
| D | | 500 | ±20 | ±10 | 4117.4-4xxx.00 |
| | | | ±20 | ±20 | 4118.4-5xxx.00 |

*3) geringere Werte nach Vereinbarung

Elektrische Belastbarkeit in Luft

Thermistoren der Form A und B: max. 1 W

Thermistoren der Form C und D: max. 2 W

Wärmestabilität:

≦ 5 % (geringere Werte nach Vereinbarung)

Erholungszeit:

30 s ± 10 s (bezogen auf 150 °C)

Dissipationskonstante: ≈ 5 mW/K

Zugfestigkeit der Anschlüsse: min. 5 N

Klimaprüfklasse nach TGL 9200/02

Thermistoren der Form A und B: $65/155/–/21\ Db_{40}$

Thermistoren der Form C und D: $65/200/–/21\ Db_{40}$

Kennzeichnung durch Farbcode

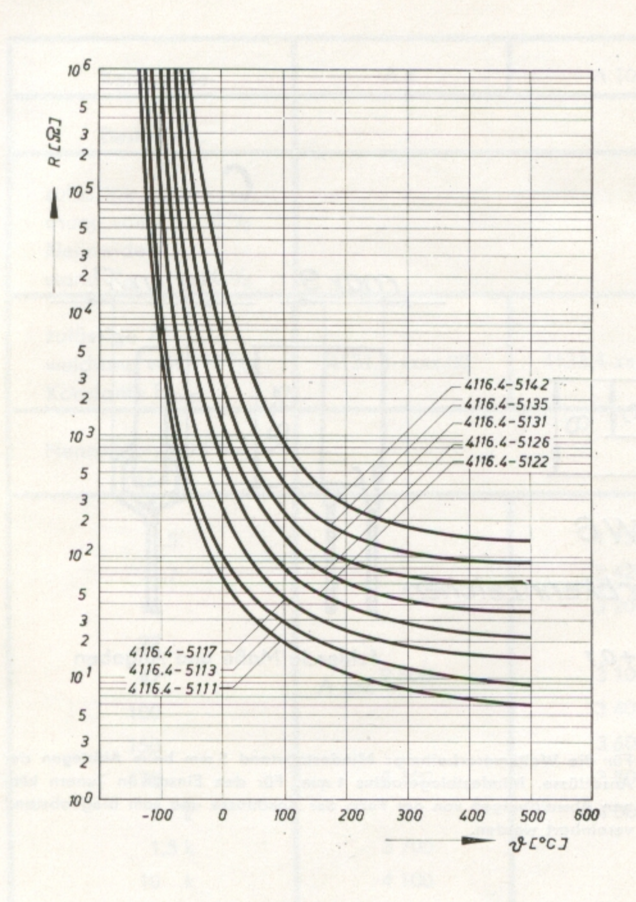
## Stabförmige NTC-Widerstände

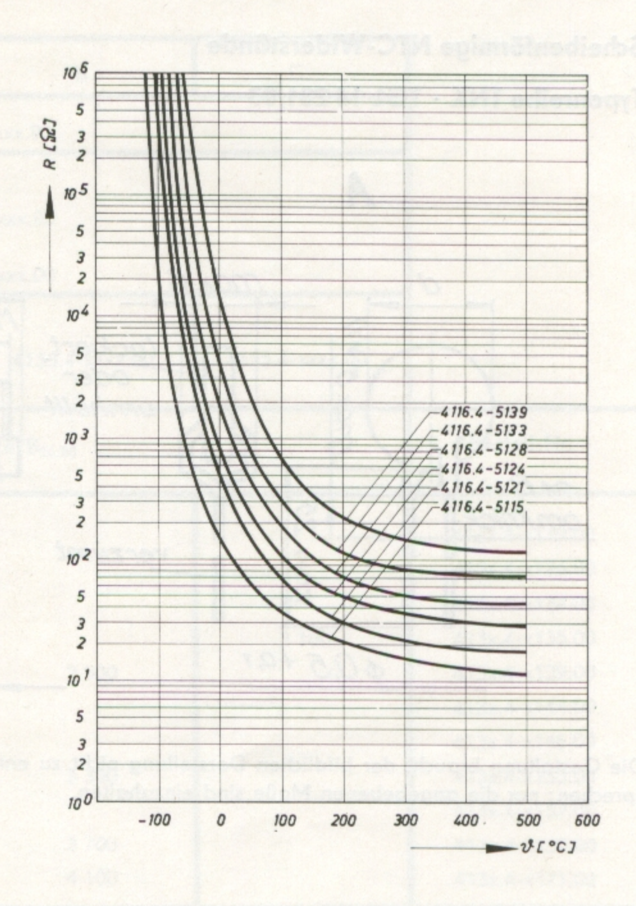
### Typenreihe TNM

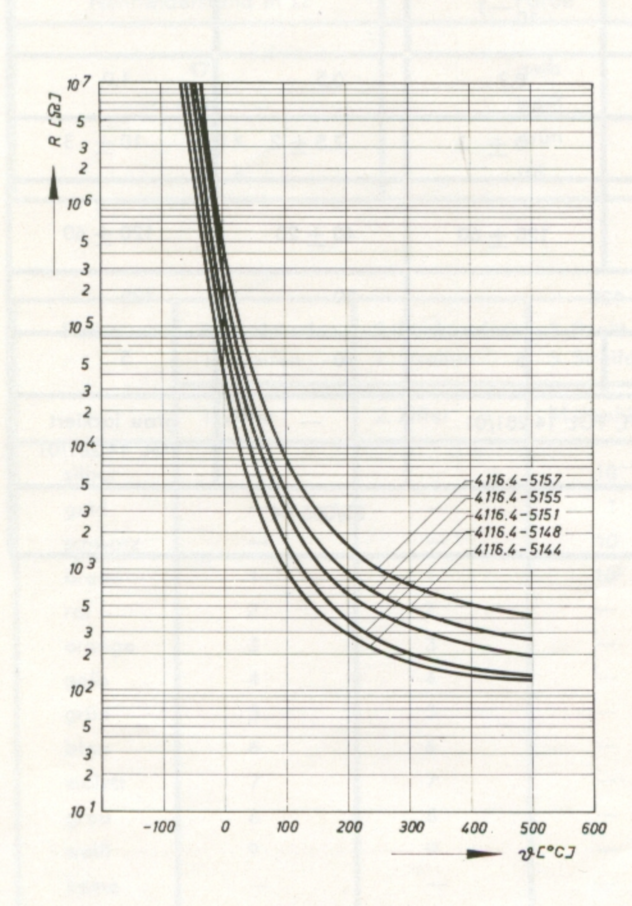
| Typ | Bestell-Nr. 41xx.4-xxx.00 | $R_{20}$ Ω | $B_{20/50}$ K | Farbcode (beginnend an nächstgelegener Armatur) I | II | III |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TNM-A 47/20-20 | -x111.00 | 47 | 1 400 | gelb | violett | |
| TNM-A 56/20-20 | -x112.00 | 56 | 1 450 | grün | blau | |
| TNM-A 68/20-20 | -x113.00 | 68 | 1 500 | blau | grau | – |
| TNM-A 82/20-20 | -x114.00 | 82 | 1 550 | grau | rot | |
| TNM-A 100/20-20 | -x115.00 | 100 | 1 600 | braun | schwarz | |
| TNM-A 120/20-20 | -x116.00 | 120 | 1 700 | braun | rot | |
| TNM-A 150/20-20 | -x117.00 | 150 | 1 800 | braun | grün | |
| TNM-A 180/20-20 | -x118.00 | 180 | 1 850 | braun | grau | |
| TNM-A 220/20-20 | -x119.00 | 220 | 1 900 | rot | rot | |
| TNM-A 270/20-20 | -x121.00 | 270 | 1 950 | rot | violett | braun |
| TNM-A 330/20-20 | -x122.00 | 330 | 2 000 | orange | orange | |
| TNM-A 390/20-20 | -x123.00 | 390 | 2 100 | orange | weiß | |
| TNM-A 470/20-20 | -x124.00 | 470 | 2 200 | gelb | violett | |
| TNM-A 560/20-20 | -x125.00 | 560 | 2 300 | grün | blau | |
| TNM-A 680/20-20 | -x126.00 | 680 | 2 400 | blau | grau | |
| TNM-A 820/20-20 | -x127.00 | 820 | 2 500 | grau | rot | |
| TNM-A 1 k /20-20 | -x128.00 | 1 000 | 2 600 | braun | schwarz | |
| TNM-A 1,2 k/20-20 | -x129.00 | 1 200 | 2 700 | braun | rot | |
| TNM-A 1,5 k/20-20 | -x131.00 | 1 500 | 2 800 | braun | grün | |
| TNM-A 1,8 k/20-20 | -x132.00 | 1 800 | 2 900 | braun | grau | |
| TNM-A 2,2 k/20-20 | -x133.00 | 2 200 | 3 000 | rot | rot | |
| TNM-A 2,7 k/20-20 | -x134.00 | 2 700 | 3 100 | rot | violett | |
| TNM-A 3,3 k/20-20 | -x135.00 | 3 300 | 3 150 | orange | orange | rot |
| TNM-A 3,9 k/20-20 | -x136.00 | 3 900 | 3 200 | orange | weiß | |
| TNM-A 4,7 k/20-20 | -x137.00 | 4 700 | 3 250 | gelb | violett | |
| TNM-A 5,6 k/20-20 | -x138.00 | 5 600 | 3 300 | grün | blau | |
| TNM-A 6,8 k/20-20 | -x139.00 | 6 800 | 3 400 | blau | grau | |
| TNM-A 8,2 k/20-20 | -x141.00 | 8 200 | 3 500 | grau | rot | |
| TNM-A 10 k/20-20 | -x142.00 | 10 000 | 3 600 | braun | schwarz | |
| TNM-A 12 k/20-20 | -x143.00 | 12 000 | 3 700 | braun | rot | |
| TNM-A 15 k/20-20 | -x144.00 | 15 000 | 3 800 | braun | grün | |
| TNM-A 18 k/20-20 | -x145.00 | 18 000 | 3 900 | braun | grau | |
| TNM-A 22 k/20-20 | -x146.00 | 22 000 | 3 950 | rot | rot | |
| TNM-A 27 k/20-20 | -x147.00 | 27 000 | 4 050 | rot | violett | |
| TNM-A 33 k/20-20 | -x148.00 | 33 000 | 4 100 | orange | orange | orange |
| TNM-A 39 k/20-20 | -x149.00 | 39 000 | 4 200 | orange | weiß | |
| TNM-A 47 k/20-20 | -x151.00 | 47 000 | 4 300 | gelb | violett | |
| TNM-A 56 k/20-20 | -x152.00 | 56 000 | 4 400 | grün | blau | |
| TNM-A 68 k/20-20 | -x153.00 | 68 000 | 4 500 | blau | grau | |
| TNM-A 82 k/20-20 | -x154.00 | 82 000 | 4 650 | grau | rot | |
| TNM-A 100 k/20-20 | -x155.00 | 100 000 | 4 800 | braun | schwarz | gelb |
| TNM-A 150 k/20-20 | -x157.00 | 150 000 | 5 000 | braun | grün | |

Bestellbeispiel:
TNM-B 220/10-10
Bestell-Nr. 4127.4-4119.00

Stäbchenförmiger Heißleiter, Ausführung B mit verzinnten Kupferanschlußdrähten, B-Toleranz = ±10 %, $R_{20}$-Toleranz = ±10 %, Nennwiderstand $R_{20}$ = 220 Ω, Konstante B = 1 900 K

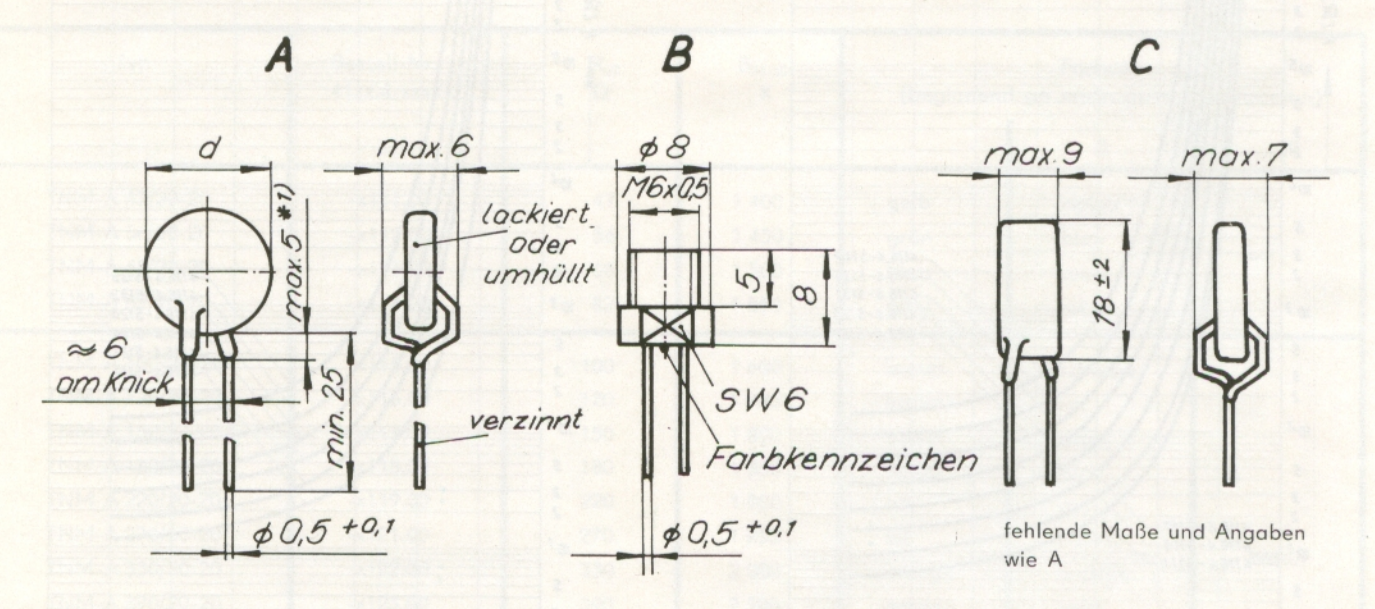

R [Ω]
4116.4-5142
4116.4-5135
4116.4-5131
4116.4-5126
4116.4-5122
4116.4-5117
4116.4-5113
4116.4-5111
ϑ [°C]


R [Ω]
4116.4-5139
4116.4-5133
4116.4-5128
4116.4-5124
4116.4-5121
4116.4-5115
ϑ [°C]


R [Ω]
4116.4-5157
4116.4-5155
4116.4-5151
4116.4-5148
4116.4-5144
ϑ [°C]

## Scheibenförmige NTC-Widerstände

## Typenreihe TNK · TGL 14 281/03




Die Gestaltung braucht der bildlichen Darstellung nicht zu entsprechen; nur die angegebenen Maße sind einzuhalten.

*1) Für die Weiterverarbeitung: Mindestabstand 5 mm beim Abbiegen der Anschlüsse, Mindestbiegeradius 1 mm. Für den Einsatz in Tunern können Abweichungen von der Form der Anschlüsse und vom Biegeabstand vereinbart werden.

| Kenngröße | | Form A | | Form B | Form C |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 4 | 10 | | |
| d | | $4^{+1,5}_{-0,5}$ | $10^{+2}_{-1}$ | | |
| elektrische Belastbarkeit | W | 0,6 | 0,7 | 0,5 | 1,0 |
| Dissipationskonstante | mW/K | 6 ± 2 | 10 ± 3 | 7,5 ± 2 | 10 ± 3 |
| Erholungszeit bezogen auf max. Betriebstemperatur | s | 25 ± 15 | 120 ± 60 | 40 ± 20 | 120 ± 60 |
| max. Betriebstemperatur | °C | 120 | | 80 | 120 |
| Zugfestigkeit der Anschlüsse | N min. | 10 | 5 | 10 | 5 |
| Oberflächenbeschaffenheit | | grau lackiert, TGL 14 281/01 | | — | grau lackiert TGL 14 281/01 |
| Prüfklasse nach TGL 9200/02 | | 25/085/04 | | | |

| Kenngröße | A 4 | A 10 | B | C | |
|---|---|---|---|---|---|
| Bestell-Nr. | 413x.4-xxxx.00 | | | | |
| zulässige Abweichung vom Nennwiderstand $R_{20}$ 10 % | 413x.4-4xxx.00 | | | | |
| zulässige Abweichung vom Nennwiderstand $R_{20}$ 20 % | 413x.4-5xxx.00 | | | | |
| zulässige Abweichung von Konstante $B_{20/80}$ 10 % | 4131.4-xxxx.00 | 4133.4-xxxx.00 | 4138.4-xxxx.00 | 4135.4-xxxx.00 | |
| Nennwiderstand $R_{20}$ Ω | Konstante $B_{20/80}$ K | | | | Bestell-Nr. |
| 1,5 | | 1 750 | | | 413x.4-x119.00 |
| 4,7 | | 2 420 | | | 413x.4-x126.00 |
| 18 | | 3 200 | | | 413x.4-x134.00 |
| 22 | | | | 3 100 | 413x.4-x135.00 |
| 47 | 2 500 | 3 100 | 2 500 | | 413x.4-x139.00 |
| 100 | | 3 400 | | | 413x.4-x144.00 |
| 150 | | 3 600 | | | 413x.4-x146.00 |
| 470 | 3 300 | 3 800 | 3 300 | | 413x.4-x153.00 |
| 1 k | | 4 000 | | | 413x.4-x157.00 |
| 1,5 k | 3 700 | | 3 700 | | 413x.4-x159.00 |
| 10 k | 4 100 | | 4 100 | | 413x.4-x171.00 |

Kennzeichnung:

Form A 4 und Form B durch Farbkennzeichnung nach folgender Tabelle:

| Nennwiderstand in Ω | Farbe |
|---|---|
| 47 | gelb |
| 470 | weiß |
| 1,5 k | grün |
| 10 k | rot |

Bei Form A 10 sind abweichende Widerstandswerte innerhalb der Reihe E 12 von 1,5 bis 1 000 Ω zulässig und können vereinbart werden.

| Farbe | 1. Punkt oder 1. Streifen | 2. Punkt oder 2. Streifen | 3. Punkt oder 3. Streifen | 4. Punkt oder 4. Streifen |
|---|---|---|---|---|
| | 1. Ziffer | 2. Ziffer | Multiplikator | zul. Abweichung |
| silber | — | — | $10^{-1}$ | ±10 % |
| gold | — | — | 1 | — |
| schwarz | — | — | 10 | — |
| braun | 1 | 1 | $10^2$ | — |
| rot | 2 | 2 | — | — |
| orange | 3 | 3 | — | — |
| gelb | 4 | 4 | — | — |
| grün | 5 | 5 | — | — |
| blau | 6 | 6 | — | — |
| violett | 7 | 7 | — | — |
| grau | 8 | 8 | — | — |
| weiß | 9 | 9 | — | — |
| keine | — | — | — | ±20 % |

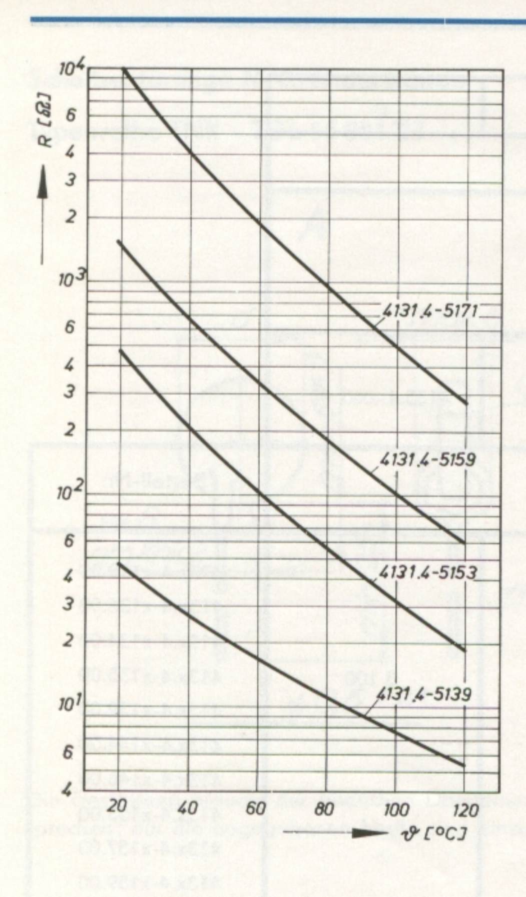
Form A 10 und C durch Stempelung:

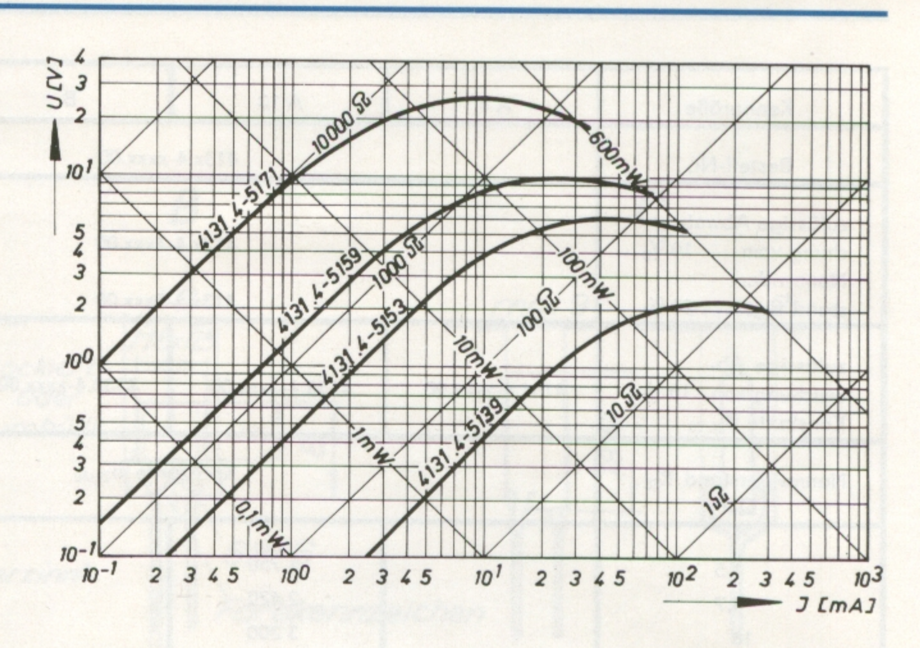
Nennwiderstand,
zulässige Abweichung vom Nennwiderstand
oder durch Farbcode nach Tabelle

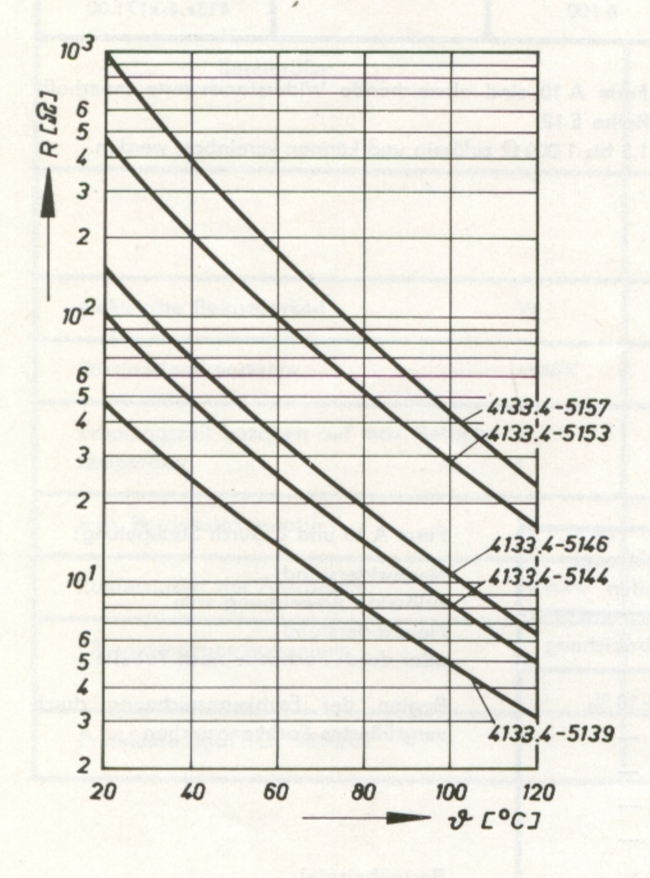
Beginn der Farbkennzeichnung durch vergrößertes Farbkennzeichen

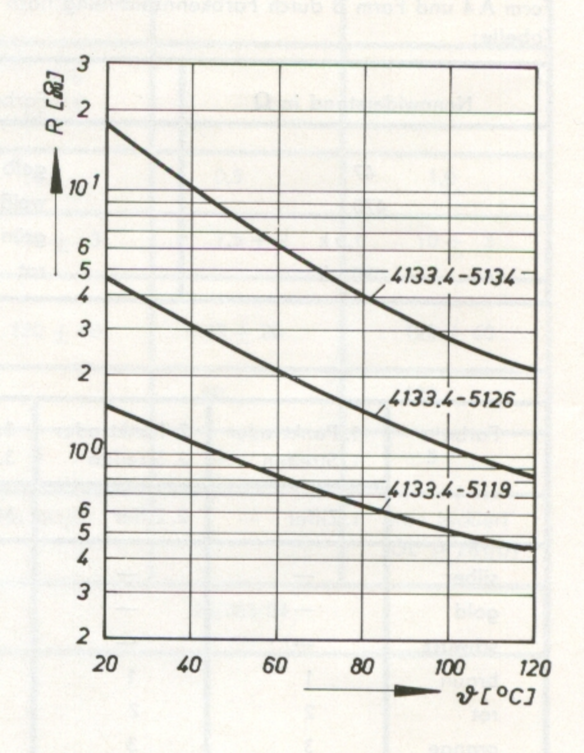
Bestellbeispiel:
TNK-A 10/470/10
Bestell-Nr. 4133.4-4153.00

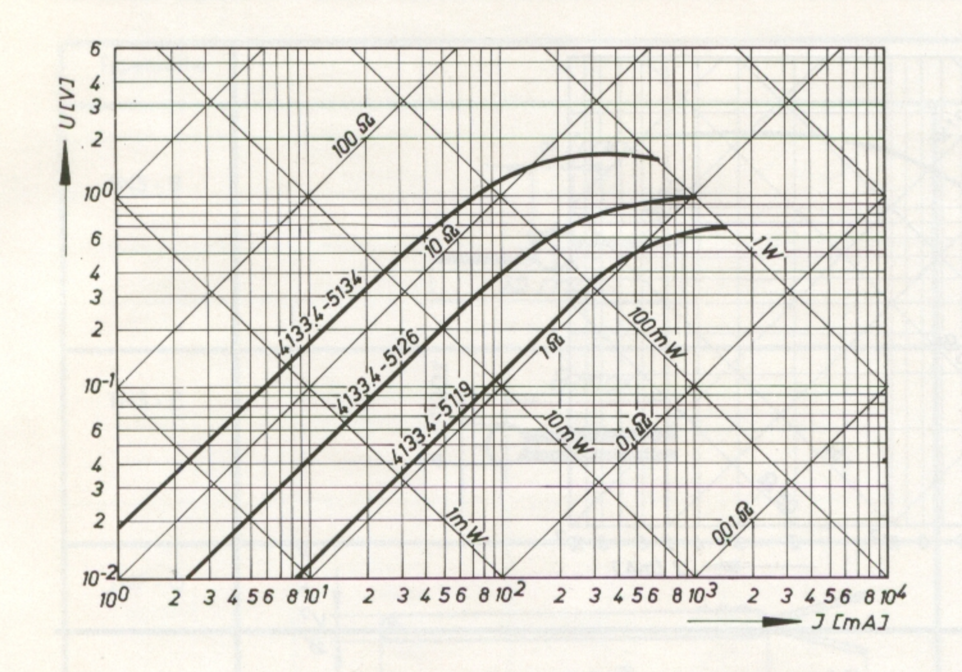
Heißleiter für Kompensationszwecke der Form A mit dem Durchmesser d = 10 mm, Nennwiderstand $R_{20}$ = 470 Ω, zulässige Abweichung vom Nennwiderstand ±10 %, Konstante B = 3 800 K, zulässige Abweichung ± 10%

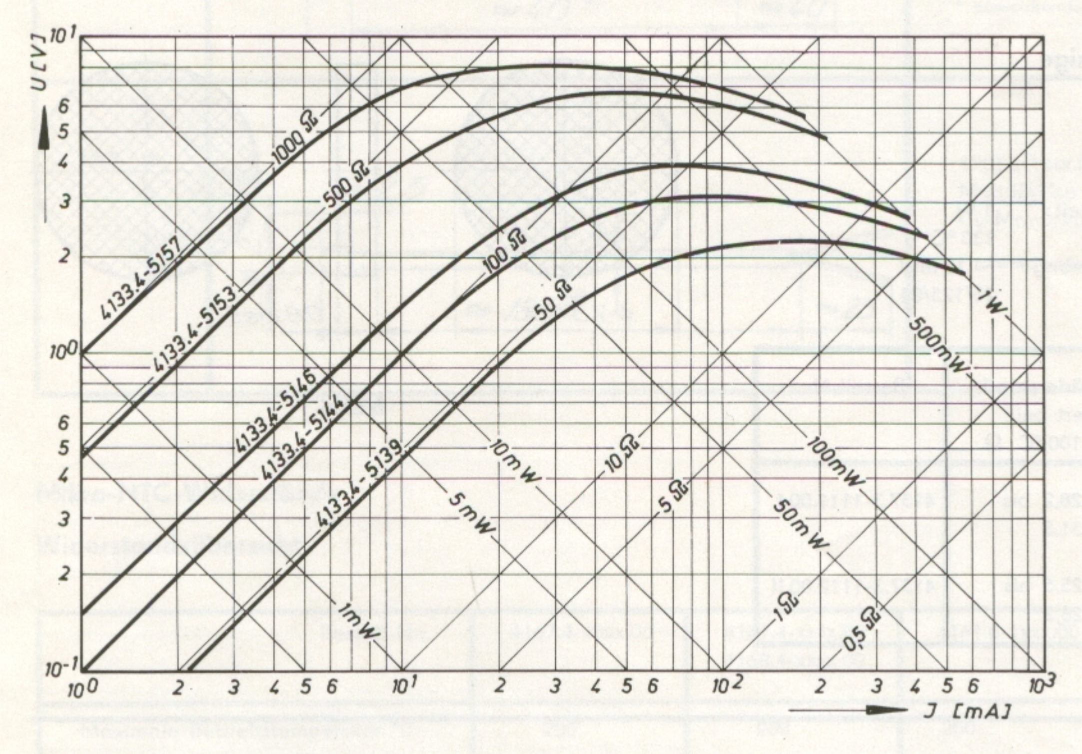

R [Ω]
4131.4-5171
4131.4-5159
4131.4-5153
4131.4-5139
ϑ [°C]

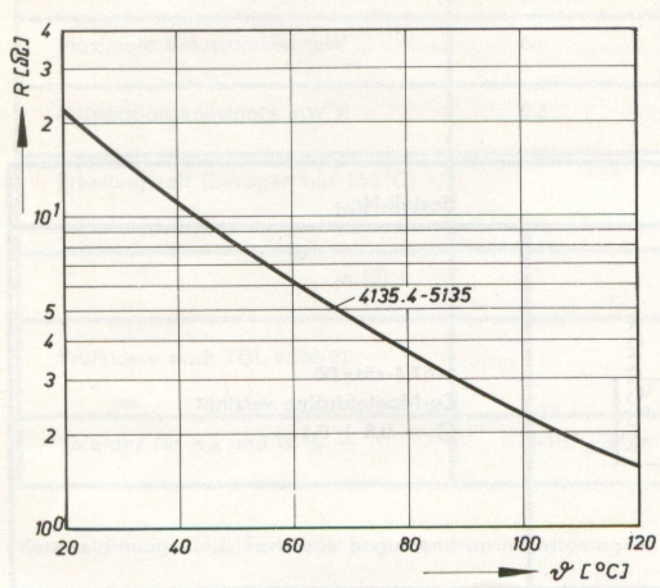

U [V]
J [mA]
10000 Ω
1000 Ω
100 Ω
10 Ω
1 Ω
600 mW
100 mW
10 mW
1 mW
0,1 mW
4131.4-5171
4131.4-5159
4131.4-5153
4131.4-5139

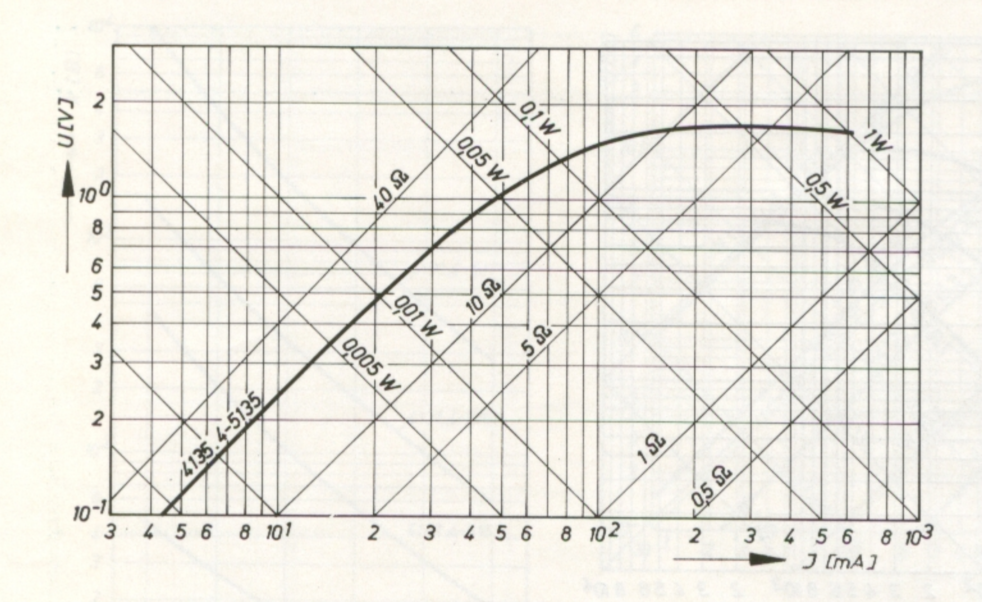

R [Ω]
4133.4-5157
4133.4-5153
4133.4-5146
4133.4-5144
4133.4-5139
ϑ [°C]


R [Ω]
4133.4-5134
4133.4-5126
4133.4-5119
ϑ [°C]


U [V]
J [mA]
100 Ω
10 Ω
1 Ω
0,1 Ω
0,01 Ω
1 W
100 mW
10 mW
1 mW
4133.4-5134
4133.4-5126
4133.4-5119

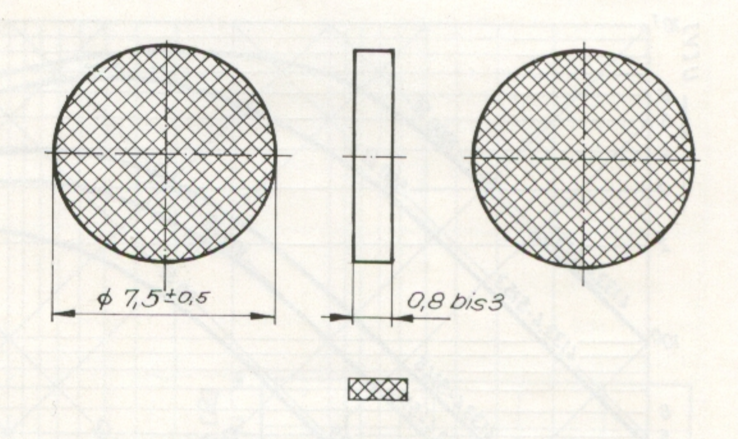

U [V]
J [mA]
1000 Ω
500 Ω
100 Ω
50 Ω
10 Ω
5 Ω
1 Ω
0,5 Ω
1 W
500 mW
100 mW
50 mW
10 mW
5 mW
1 mW
4133.4-5157
4133.4-5153
4133.4-5146
4133.4-5144
4133.4-5139


R [kΩ]
ϑ [°C]
4135.4-5135




## Anschlußlose scheibenförmige NTC-Widerstände

## Typenreihe TNK-P

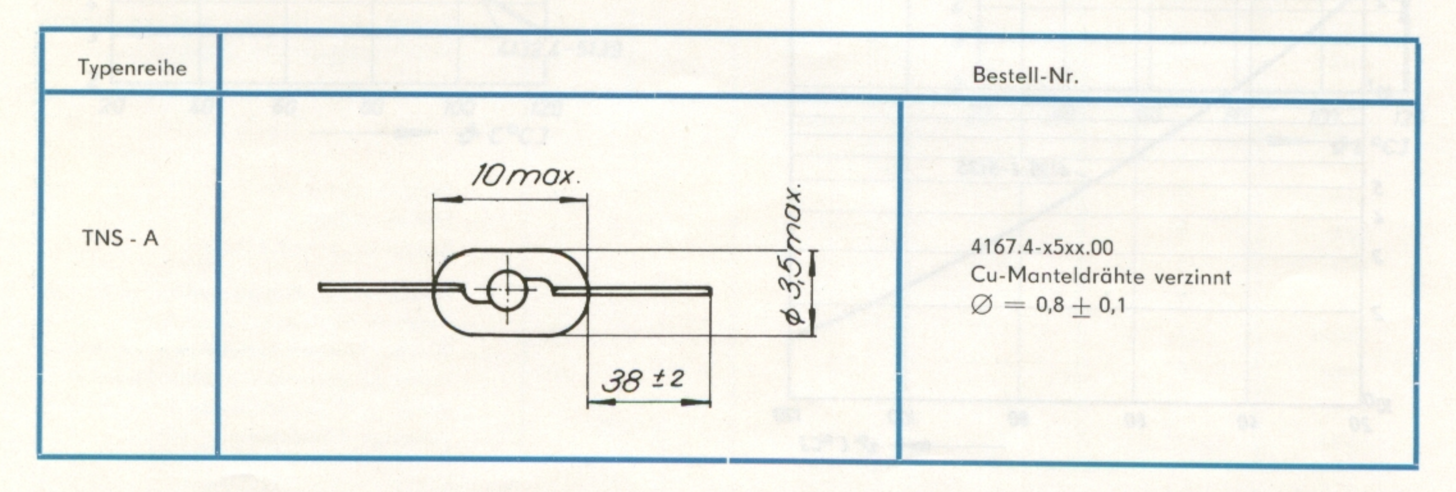



| | |
|---|---|
| Maximale elektrische Belastbarkeit: | 1 W |
| Maximale Betriebstemperatur: | 130 °C |
| Grenzleistung ohne Eigenerwärmung: | ~ 10 mW |
| Prüfklasse nach TGL 9202/02: | 25/125/04 |

| Typ/ Toleranzgruppe | Widerstandswert bei 60 °C Ω | Widerstandswert bei 100 °C Ω | Bestell-Nr. |
|---|---|---|---|
| TNK-P I | 88,5 bis 103,5 | 28,2 bis 31,8 | 4137.3-1111.00 I |
| TNK-P II | 85,5 bis 96,0 | 25,5 bis 28,2 | 4137.3-1112.00 II |

## Mikro-NTC-Widerstände

## Ausführungsformen

| Typenreihe | | Bestell-Nr. |
|---|---|---|
| TNS - A |  | 4167.4-x5xx.00<br>Cu-Manteldrähte verzinnt<br>∅ = 0,8 ± 0,1 |

| Typenreihe | Bestell-Nr. |
|---|---|
| TNS - B | 4168.4-x1xx.00 unglasiert<br>4168.4-x2xx.00 glasiert<br>Platin-Iridiumdrähte<br>∅ = 0,05 |
| TNS - C | 4169.4-x1xx.00 unglasiert<br>4169.4-x2xx.00 glasiert<br>Platin-Iridiumdrähte<br>∅ = 0,05 |
| TNF - G | 4161.6-5xxx.00<br>Glashülse<br>Cu-Manteldrähte ∅ 0,25<br>* abweichende Längen nach Vereinbarung |
| TNF - M | 4161.6-1xxx.00<br>Metallhülse<br>Cu-Manteldrähte ∅ 0,25<br>* abweichende Längen nach Vereinbarung |

**Mikro-NTC-Widerstände**

**Widerstandsübersicht**

| Bestell-Nr. | 4167.4-x5xx.00 | 4169.4-xxxx.00<br>4168.4-xxxx.00 | 4161.6-1xxx.00 | 4161.6-5xxx.00 |
|---|---|---|---|---|
| Maximale Betriebstemperatur °C | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Maximale Belastbarkeit mW | 60 | | 60 | 60 |
| Dissipationskonstante mW/K | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 0,4 |
| Erholungszeit (bezogen auf 150 °C) in Luft s | | | 45 max. | 60 max. |
| in Öl s | | | 5 max. | 5 max. |
| Prüfklasse nach TGL 9200/02 | | 10/085/04 ungl.<br>25/085/04 glasiert | 55/200/–/21 $Db_{40}$ | 55/200/–/21 $Db_{40}$ |
| Toleranz für $R_{20}$ und B % | ±10, ±20 | ±10, ±20 | ±10, ±20 | ±10, ±20 |

Kennzeichnung durch Farbcode beginnend an nächstgelegener Armatur.

## Mikro-NTC-Widerstände

### Widerstandsübersicht

| Bestell-Nr. | $R_{20}$ kΩ | $B_{20/50}$ K | Farbcode I | Farbcode II | Farbcode III |
|---|---|---|---|---|---|
| 416x.4-xx26.00 | 0,68 | 3 050 | blau | grau | braun |
| 416x.4-xx28.00 | 1,0 | 3 100 | braun | schwarz | rot |
| 416x.4-xx31.00 | 1,5 | 3 150 | braun | grün | |
| 416x.4-xx33.00 | 2,2 | 3 200 | rot | rot | |
| 416x.4-xx35.00 | 3,3 | 3 250 | orange | orange | |
| 416x.4-xx37.00 | 4,7 | 3 300 | gelb | violett | |
| 416x.4-xx39.00 | 6,8 | 3 350 | blau | grau | |
| 416x.4-xx42.00 | 10 | 3 400 | braun | schwarz | orange |
| 416x.4-xx44.00 | 15 | 3 450 | braun | schwarz | |
| 416x.4-xx46.00 | 22 | 3 600 | rot | grün | |
| 416x.4-xx48.00 | 33 | 3 650 | orange | grün | |
| 416x.4-xx51.00 | 47 | 3 750 | gelb | rot | |
| 416x.4-xx53.00 | 68 | 3 850 | blau | rot | |
| 416x.4-xx55.00 | 100 | 3 900 | braun | orange | gelb |
| 416x.4-xx57.00 | 150 | 3 950 | braun | orange | |
| 416x.4-xx59.00 | 220 | 4 100 | rot | violett | |
| 416x.4-xx62.00 | 330 | 4 150 | orange | violett | |
| 416x.4-xx64.00 | 470 | 4 200 | gelb | grau | |
| 416x.4-xx66.00 | 680 | 4 250 | blau | grau | |

## Mikro-NTC-Widerstände

### Toleranzen

Bestell-Nr.
für die Toleranzen der Erzeugnisse: 4167.4-x5xx.00 →
4168.4-xxxx.00
4169.4-xxxx.00

| $R_{20}$ | B | Bestell-Nr. |
|---|---|---|
| ±20 % | ±20 % | 416x.4-1xxx.00 |
| ±10 % | ±10 % | 416x.4-2xxx.00 |
| ±20 % | ±10 % | 416x.4-3xxx.00 |
| ±10 % | ±20 % | 416x.4-4xxx.00 |
| ±20 % | ± 5 % | 416x.4-5xxx.00 |
| ±10 % | ± 5 % | 416x.4-6xxx.00 |

Bestell-Nr.
für die Toleranzen der Erzeugnisse: 4161.6-1xxx.00
4161.6-5xxx.00 ↓

| $R_{20}$ | B | Bestell-Nr. |
|---|---|---|
| ±20 % | ±20 % | 4161.6-x1xx.00 |
| ±10 % | ±10 % | 4161.6-x2xx.00 |
| ±20 % | ±10 % | 4161.6-x3xx.00 |
| ±10 % | ±20 % | 4161.6-x4xx.00 |
| ±20 % | ± 5 % | 4161.6-x5xx.00 |
| ±10 % | ± 5 % | 4161.6-x6xx.00 |

Bestellbeispiele:

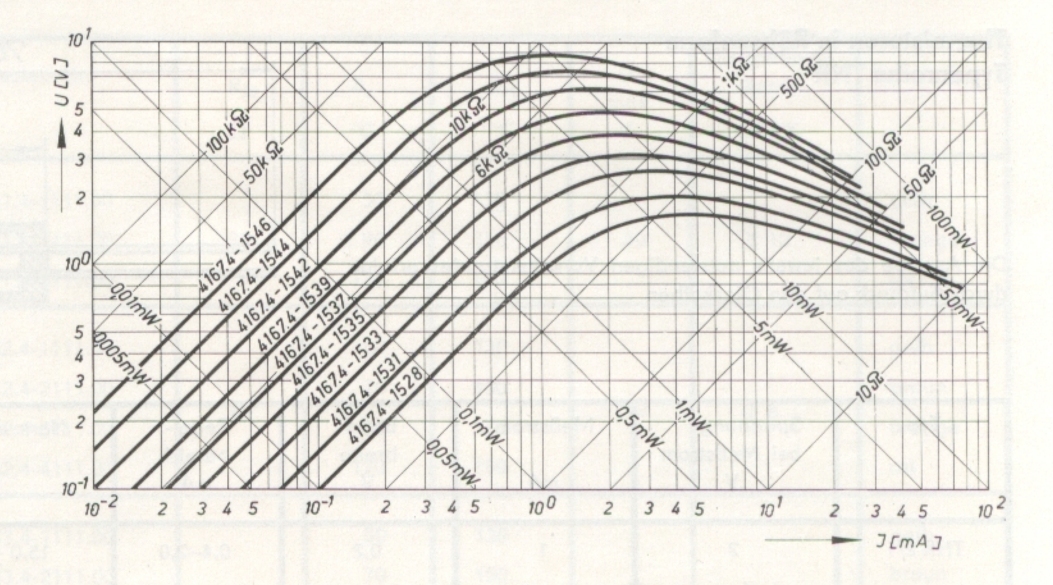
4168.4-4239.00

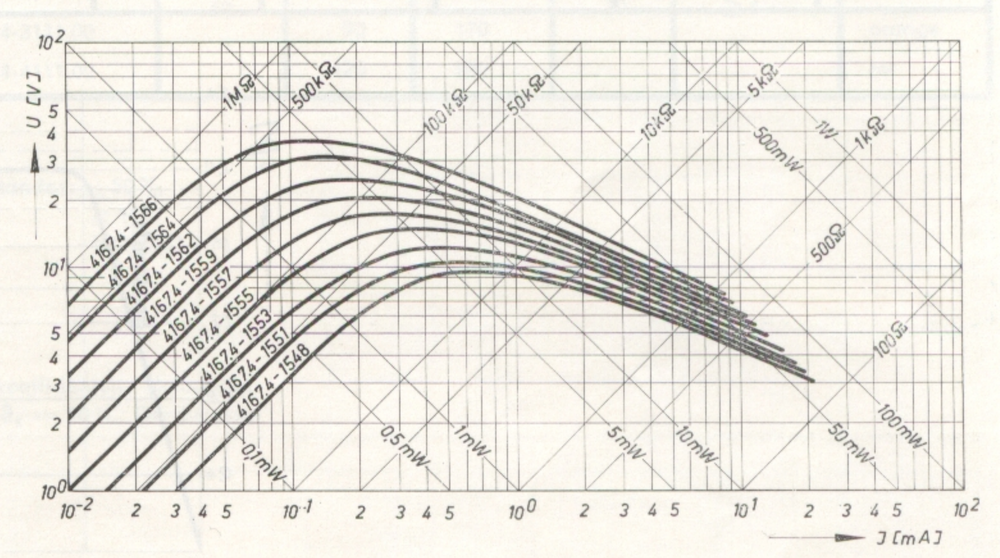
Miniaturheißleiter, Typenreihe TNS-B, Toleranz für $R_{20}$ = ±10 %, Toleranz für B = ±20 %, unglasierte Ausführung, $R_{20}$ = 6,8 kΩ

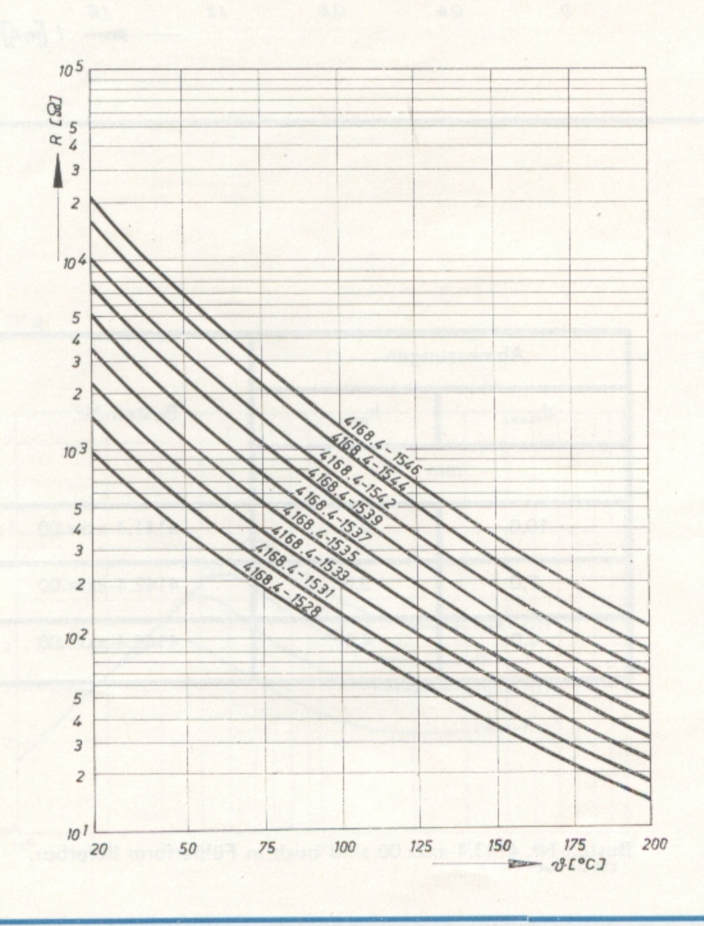
4161.6-1248.00

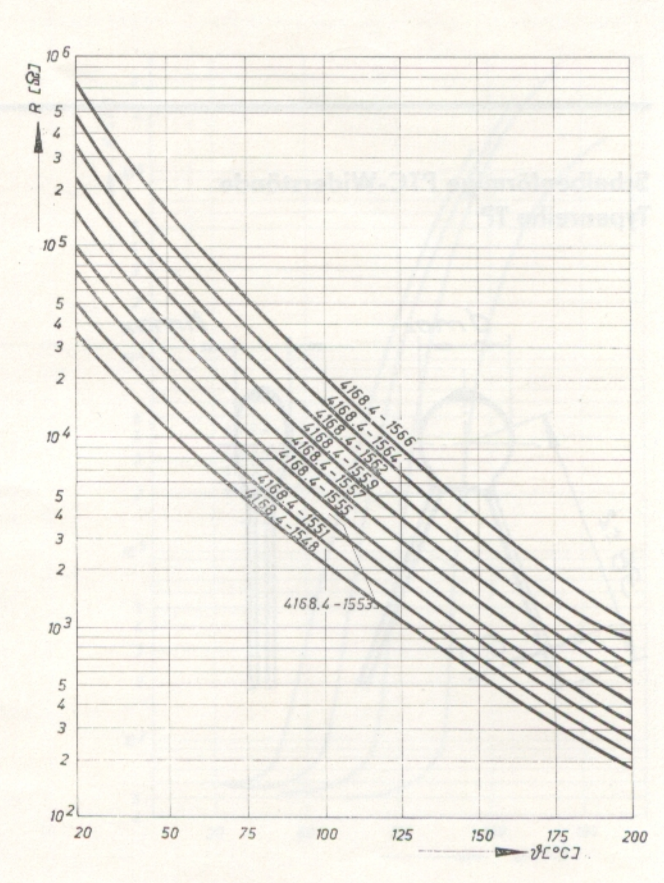
Mikroheißleiter in Metallhülse, Typenreihe TNF-M, Toleranz für $R_{20}$ = ±10 %, Toleranz für B = ±10 %, $R_{20}$ = 33 kΩ

## Kennlinien der Mikro-Thermistoren

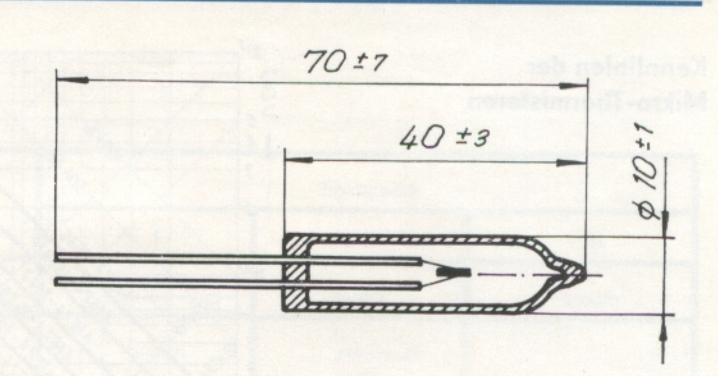


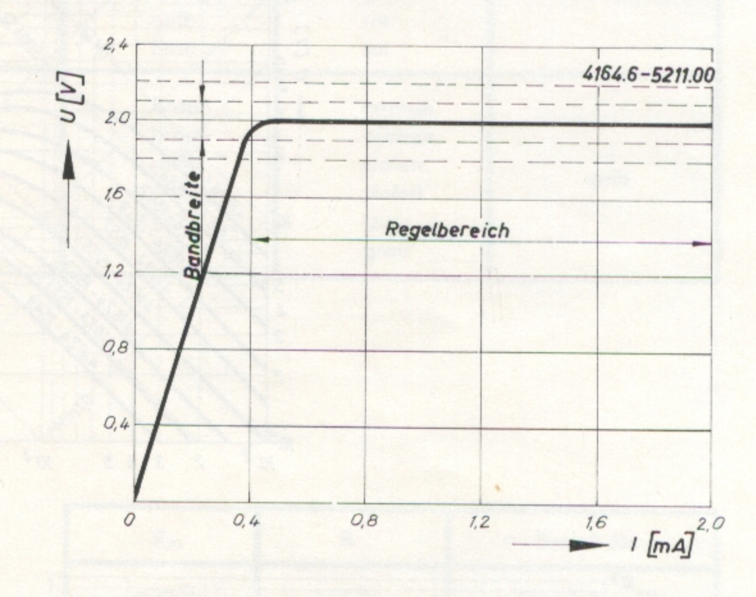



## Thermistoren in Röhrenform
## Typenreihe TNR

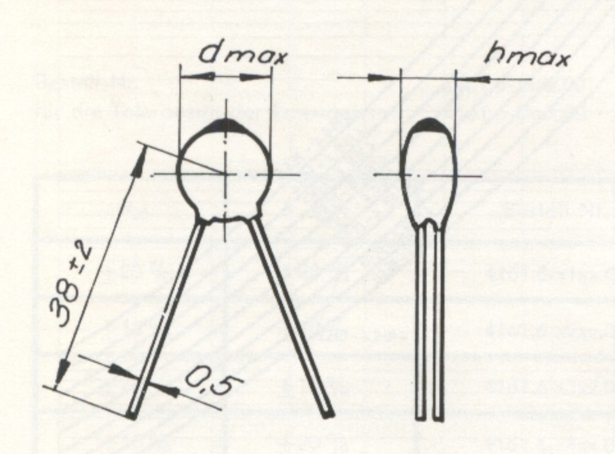



Die Angabe des jeweils notwendigen Vorwiderstandes erfolgt durch Aufdruck auf den Glaskolben

| Typ | Spannung bei Meßstrom V | Meßstrom mA | Bandbreite V | Regelbereich mA | Nennwiderstand $R_{20}$ kΩ | Bestell-Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TNR 2/1 | 2 | 1 | 0,2 | 0,4–2,0 | 15,0 ± 40 % | 4164.6-5211.00 |




## Scheibenförmige PTC-Widerstände
## Typenreihe TP




| Abmessungen $d_{max.}$ (mm) | Abmessungen $h_{max.}$ (mm) | Bestell-Nr. |
|---|---|---|
| 10,0 | 5,0 | 4141.4-xxxx.00 |
| 7,0 | 5,0 | 4142.4-xxxx.00 |
| 4,0 | 4,0 | 4143.4-xxxx.00 |

Bestell-Nr. 4143.4-xxxx.00 sind auch in Fühlerform lieferbar.

| Typ | Bestell-Nr. | $R_{20}$ Ω | $\vartheta_s$ °C | $\vartheta_M$ °C | U max. V | Dissipations-konst. mW/K | Kennfarbe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TP 30/ 50-10 | 4141.4-1111.00 | 30 | 50 | 130 | 50 | ≧ 10 | gelb |
| TP 30/ 90-10 | 4141.4-3111.00 | | 90 | 150 | | | orange |
| TP 30/120-10 | 4141.4-4111.00 | | 120 | 190 | | | rot |
| TP 40/ 50-7 | 4142.4-1111.00 | 40 | 50 | 130 | 40 | ≧ 8 | gelb |
| TP 40/ 70-7 | 4142.4-2111.00 | | 70 | 150 | | | braun |
| TP 40/ 90-7 | 4142.4-3111.00 | | 90 | 170 | | | orange |
| TP 40/120-7 | 4142.4-4111.00 | | 120 | 190 | | | rot |
| TP 60/ 50-4 | 4143.4-1111.00 | 60 | 50 | 130 | 30 | ≧ 4 | gelb |
| TP 60/ 70-4 | 4143.4-2111.00 | | 70 | 150 | | | braun |
| TP 60/ 90-4 | 4143.4-3111.00 | | 90 | 170 | | | orange |
| TP 60/120-4 | 4143.4-4111.00 | | 120 | 190 | | | rot |

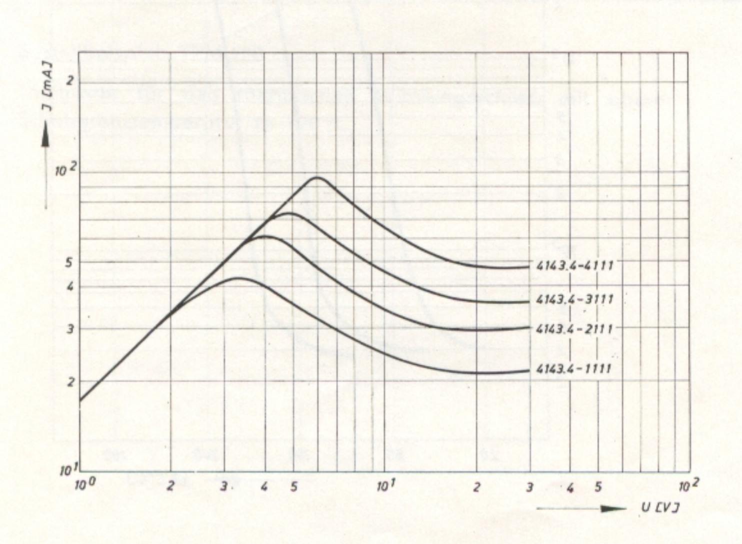
zulässige Abweichung des Nennwiderstandes: ±50 %
Anstiegsfaktor $f_A$ zwischen $\vartheta_s$ und $\vartheta_M$: ≧ $10^3$
Prüfklasse nach TGL 9200/02: 40/155/21

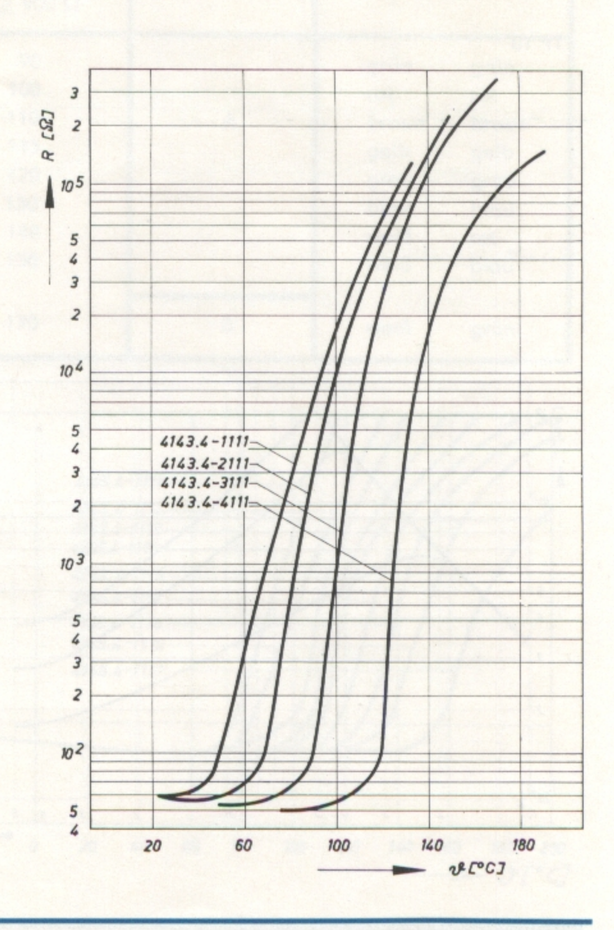
Kennzeichnung durch Kennfarbe

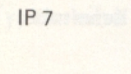
Bestellbeispiel: TP 60/50-4

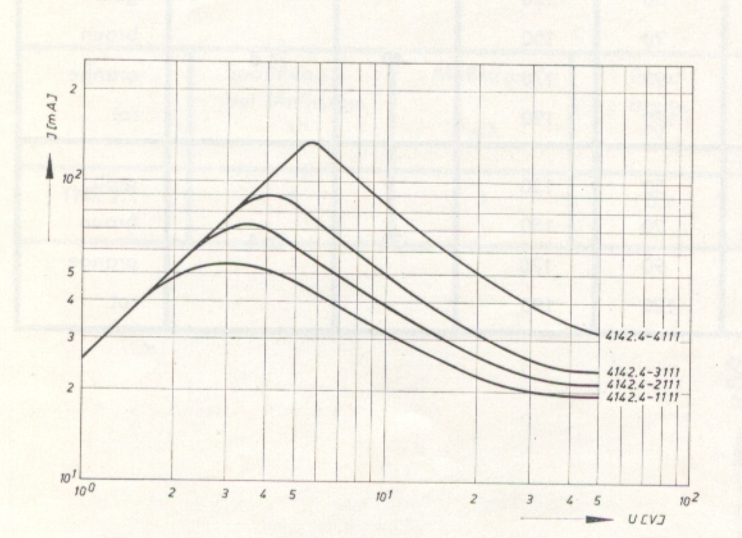
Thermistor mit positivem Temperaturkoeffizienten, Nennwiderstand $R_{20}$ = 60 Ω, Sprungtemperatur $\vartheta_s$ = 50 °C, Durchmesser d = 4 mm, nicht in Fühlerform

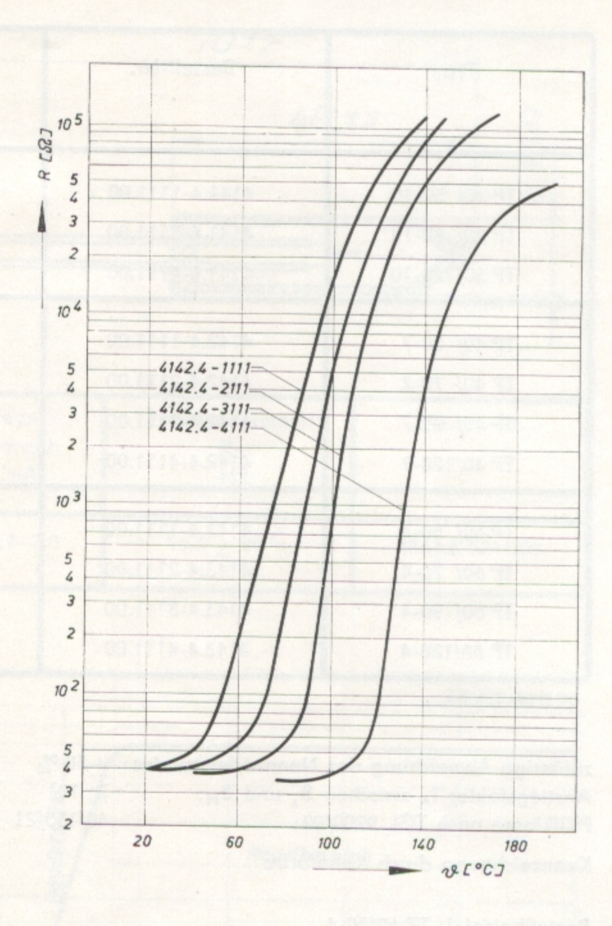
TP 4



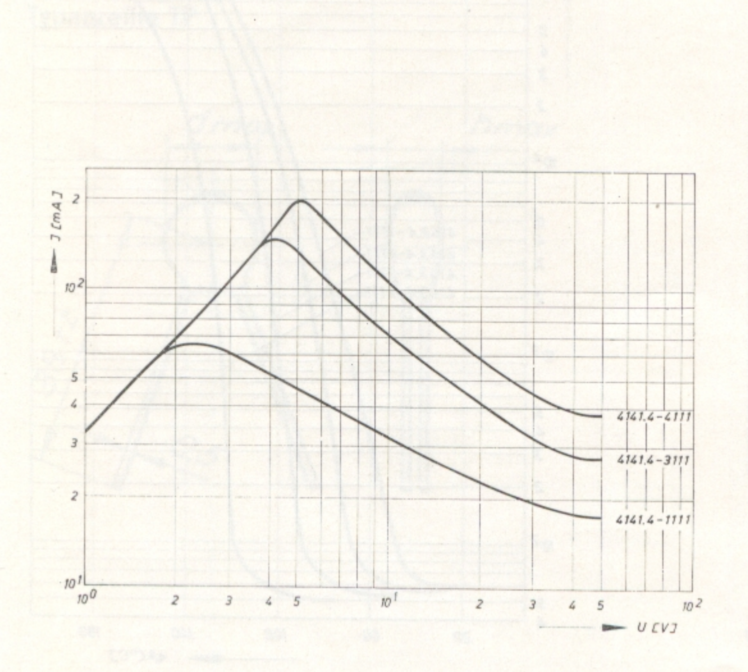



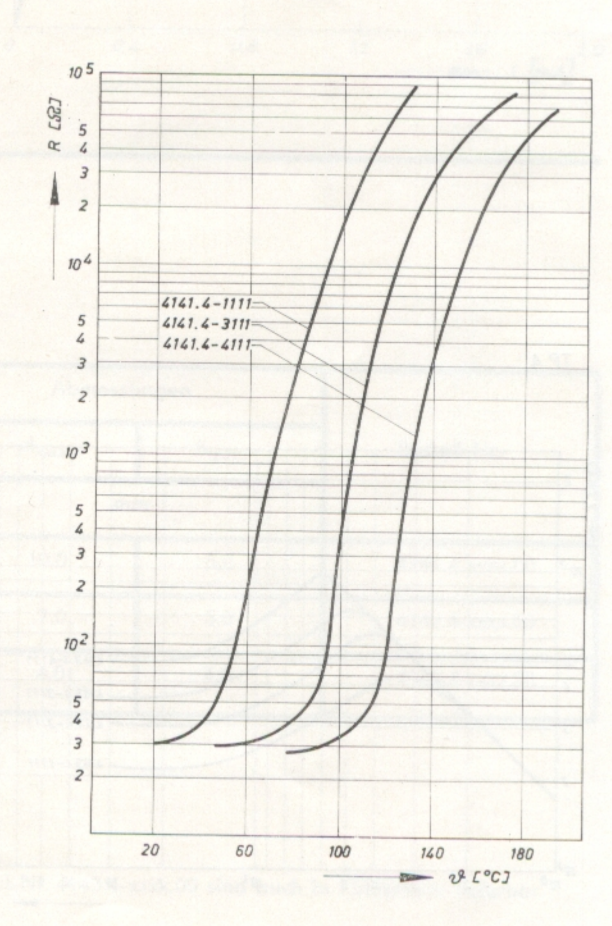

IP 7


J [mA]
U [V]
4142.4-4111
4142.4-3111
4142.4-2111
4142.4-1111


R [Ω]
4142.4-1111
4142.4-2111
4142.4-3111
4142.4-4111
ϑ [°C]

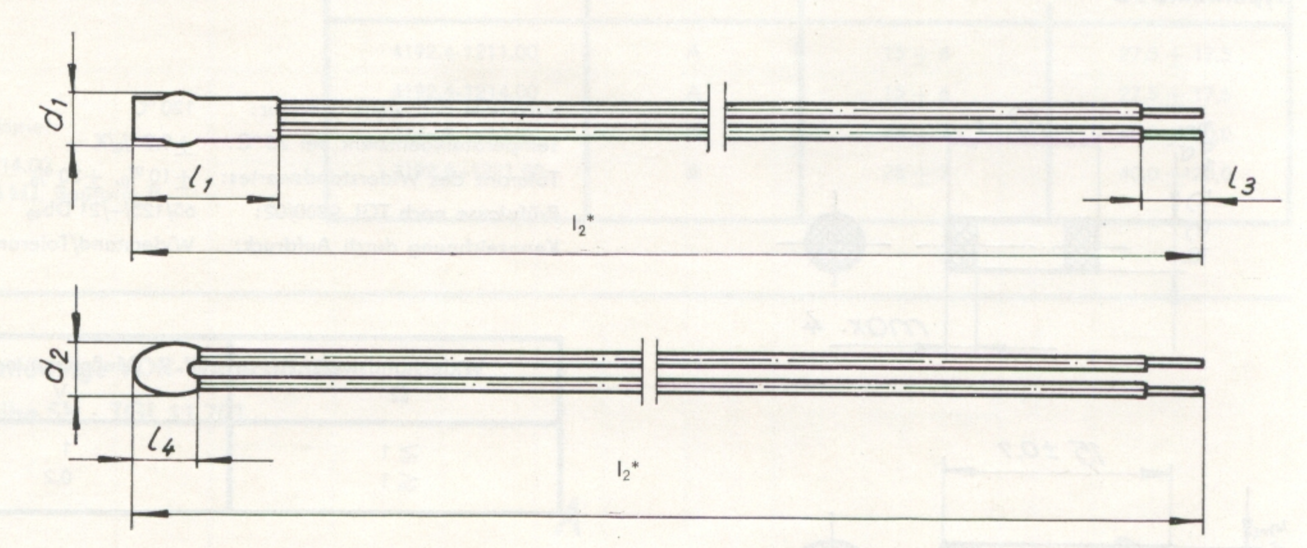
TP 10


J [mA]
U [V]
4141.4-4111
4141.4-3111
4141.4-1111


R [Ω]
4141.4-1111
4141.4-3111
4141.4-4111
ϑ [°C]

**PTC-Thermistoren**

**Typenreihe TPM · TGL 24 767**




| | |
|---|---|
| Nennwiderstand $R_{20}$: | 60 Ω |
| zulässige Abweichung vom Nennwiderstand: | ±50 % |
| Zeitkonstante: | ≦ 9 s |
| Durchschlagsspannung: | ≧ 2,32 kV |
| Material der Zuleitungen: | Schaltlitze silikongummiisoliert Li 2G 0,14–0,25 $mm^2$ |
| Prüfklasse nach TGL 9200/02: | 40/155/–/21 $Db_{40}$ |

Kennzeichnung durch Kennfarbe oder Typenschild

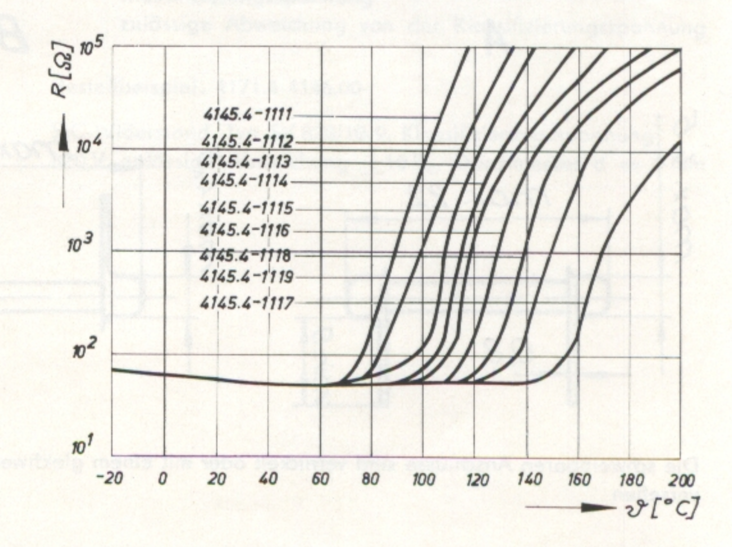
| Abmessungen mm | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $l_1$ max. | $l_2$* | $l_3$ | $l_4$ max. | $d_1$ max. | $d_2$ max. |
| 25 | 600 | ~8 | 13 | 7 | 8 |

*) abweichende Längen nach Vereinbarung

| Type | Bestell-Nr. | Schaltgrenztemperatur °C untere R ≦ 300 Ω | Schaltgrenztemperatur °C obere R ≧ 900 Ω | Bauform | Kennfarbe | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TPM 90 | 4145.4-1111.00 | 80 | 90 | A | grün | grün |
| TPM 100 | 4145.4-1112.00 | 90 | 100 | A | rot | rot |
| TPM 110 | 4145.4-1113.00 | 105 | 110 | A | braun | braun |
| TPM 115 | 4145.4-1114.00 | 110 | 115 | A | gelb | gelb |
| TPM 120 | 4145.4-1115.00 | 115 | 120 | A | grau | grau |
| TPM 130 | 4145.4-1116.00 | 120 | 130 | A | blau | blau |
| TPM 140 | 4145.4-1118.00 | 130 | 140 | A | weiß | rot |
| TPM 150 | 4145.4-1119.00 | 140 | 150 | A | weiß | blau |
| TPM 170 | 4145.4-1117.00 | 160 | 170 | B | weiß | grün |

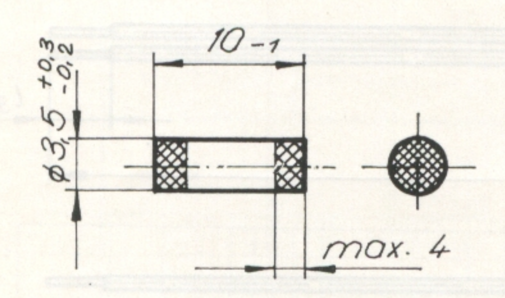
Bestellbeispiel: TPM 120

Thermistor für den thermischen Wicklungsschutz, mit oberer Schaltgrenztemperatur = 120 °C



**Dämpfungswiderstände**

**Typenreihe FD**



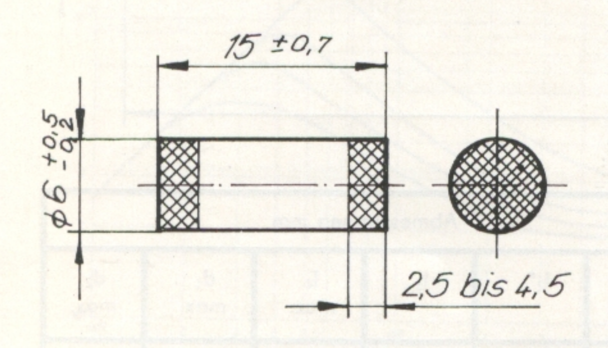

maximale Betriebstemperatur: 120 °C

Temperaturkoeffizient bei 20 °C: ±0,2 %/K

Toleranz des Widerstandswertes: ±10 %, ±20 %

Prüfplasse nach TGL 9200/02: 65/125/–/21 $Db_{40}$

Kennzeichnung durch Aufdruck: Widerstand/Toleranz




| Widerstandswert Ω | Meßspannung V |
|---|---|
| ≧ 1 | 1 |
| ≦ 1 | 0,2 |



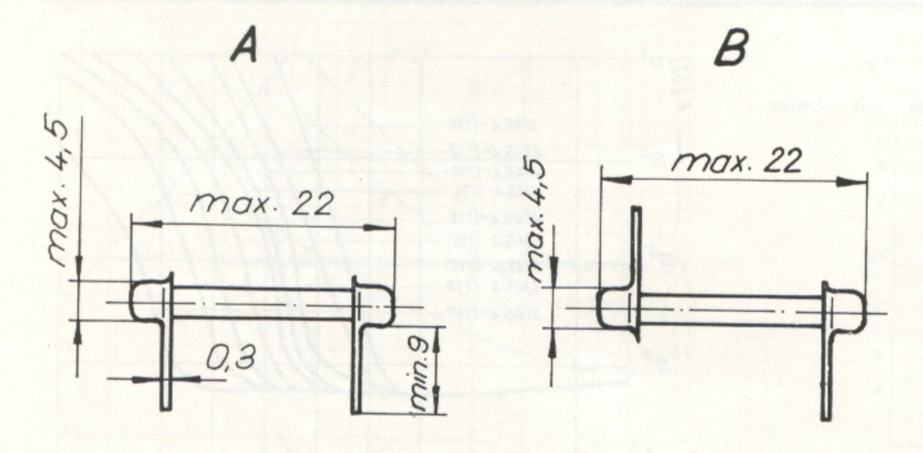

| Typ | Abb. | Widerstand Ω | Dauerbelastbarkeit W max. | Last während 5 s W | Bestell-Nr. |
|---|---|---|---|---|---|
| FD 3,0-6 | 2 | 3,0 | 2 | 35 | 4193.3-x111.00 |
| FD 2,0-3,5 | | 2,0 | | | 4193.3-x123.00 |
| FD 2,5-3,5 | 1 | 2,5 | 1 | 25 | 4193.3-x124.00 |
| FD 4,5-3,5 | | 4,5 | | | 4193.3-x125.00 |
| FD 7,0-3,5 | | 7,0 | | | 4193.3-x126.00 |

| Toleranz des Widerstandes | Bestell-Nr. |
|---|---|
| ±10 % | 4193.3-41xx.00 |
| ±20 % | 4193.3-51xx.00 |

Bestellbeispiel:
4193.3-4124.00
Dämpfungswiderstand,
Abb. 1, Widerstandswert
2,5 Ω ±10 %

**Zündwiderstände**

**Typenreihe FZ · TGL 200-8442**




Die schweißbaren Anschlüsse sind vernickelt oder mit einem gleichwertigen Korrosionsschutz versehen

Höchstzulässige Spannung während 4 min:
220 V

Höchstzulässige Betriebsdauerspannung:
160 V

Höchstzulässige Betriebstemperatur:
400 °C

Prüfplasse nach TGL 9200/02:
40/200/04

Masse pro 100 Stück:
50 g

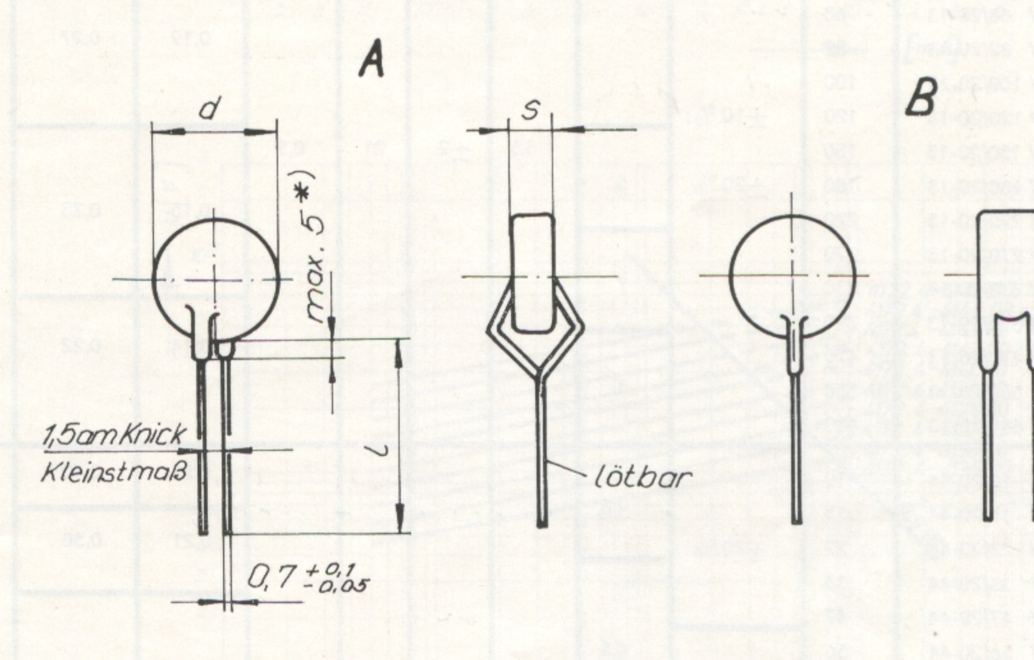
## Zündwiderstände

| Bestell-Nr. | Bauform | Widerstandswert bei 20 °C ± 2 K | kΩ | 400 °C ± 10 K |
|---|---|---|---|---|
| 4192.4-1211.00 | A | 15 ± 6 | | 27,5 ± 17,5 |
| 4192.4-1214.00 | A | 15 ± 6 | | 27,5 ± 17,5 |
| 4192.4-1215.00 | B | 28 ± 7 | | 40,0 ± 20,0 |
| 4192.4–1221.00 | B | 28 ± 7 | | 40,0 ± 20,0 |

Bestellbeispiel:

4192.4-1214.00
FZ 15 ± 6 kΩ, Bauform B

## Scheibenförmige VDR-Widerstände
## Typenreihe SV · TGL 11 701




Die Gestaltung braucht der bildlichen Darstellung nicht zu entsprechen; nur die angegebenen Maße sind einzuhalten. Die Form wird vom Hersteller festgelegt.

fehlende Maße und Angaben wie A

*) Für die Weiterverarbeitung: Mindestabstand 5 mm beim Abbiegen der Lötanschlüsse, Mindestbiegeradius 1 mm

| | |
|---|---|
| Meßstrom: | 10 mA |
| max. Betriebstemperatur: | 120 °C |
| Prüfklasse nach TGL 9200/02: | 40/085/21 |
| Oberflächenbeschaffenheit: | lackiert |

Kennzeichnung durch Aufdruck:

Klassifizierungsspannung
zulässige Abweichung von der Klassifizierungsspannung

Bestellbeispiel: 4171.4-4146.00

SiC-Widerstand, Typ SV 820/10-9, Klassifizierungsspannung 820 V, zulässige Abweichung ±10 %, Durchmesser d = 9 mm

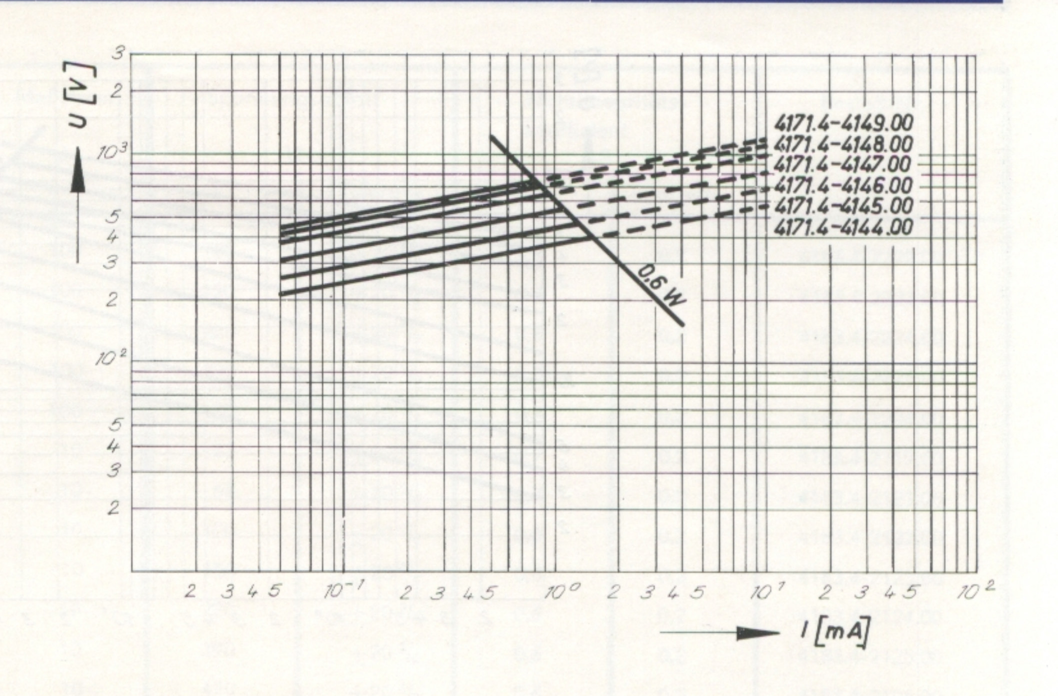
| Typ | Klassifizierungs-spannung V | Toleranz | s max. | d | zul. Abw. | l min. | elektr. Belast-barkeit W | Nichtlinearitäts-koeffizient β von | bis | Form | Bestell-Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SV 560/20-9 | 560 | | 8 | | | | | 0,16 | 0,24 | | 4171.4-5144.00 |
| SV 680/20-9 | 680 | | | | | | | | | | 4171.4-5145.00 |
| SV 820/20-9 | 820 | ±10 %; | 9 | | | | | | | | 4171.4-5146.00 |
| SV 1000/20-9 | 1000 | ±20 % | 11 | 9 | ±1,5 | 24 | 0,6 | 0,14 | 0,22 | | 4171.4-5147.00 |
| SV 1200/20-9 | 1200 | | | | | | | | | | 4171.4-5148.00 |
| (SV 1300/20-9) | (1300) | | 12 | | | | | | | | 4171.4-5149.00 |
| SV 22/20-13 | 22 | | | | | | | 0,25 | 0,35 | | 4172.4-5125.00 |
| SV 33/20-13 | 33 | ±20 % | | | | | | | | | 4172.4-5127.00 |
| SV 47/20-13 | 47 | | | | | | | 0,23 | 0,31 | | 4172.4-5129.00 |
| SV 56/20-13 | 56 | | 3 | | | | | | | A | 4172.4-5131.00 |
| SV 68/20-13 | 68 | | | | | | | | | und | 4172.4-5132.00 |
| SV 82/20-13 | 82 | | | | | | | 0,19 | 0,27 | B | 4172.4-5133.00 |
| SV 100/20-13 | 100 | | | | | | | | | | 4172.4-5134.00 |
| SV 120/20-13 | 120 | ±10 %; | | | | | | | | | 4172.4-5135.00 |
| SV 150/20-13 | 150 | | | 13 | ±2 | 21 | 0,9 | | | | 4172.4-5136.00 |
| SV 180/20-13 | 180 | ±20 % | 5 | | | | | | | | 4172.4-5137.00 |
| SV 220/20-13 | 220 | | | | | | | 0,15 | 0,23 | | 4172.4-5138.00 |
| SV 270/20-13 | 270 | | | | | | | | | | 4172.4-5139.00 |
| SV 330/20-13 | 330 | | 7 | | | | | | | | 4172.4-5141.00 |
| SV 390/20-13 | 390 | | | | | | | | | | 4172.4-5142.00 |
| SV 470/20-13 | 470 | | | | | | | 0,14 | 0,22 | | 4172.4-5143.00 |
| SV 560/20-13 | 550 | | 8 | | | | | | | | 4172.4-5144.00 |
| SV 680/20-13 | 680 | | | | | | | | | | 4172.4-5145.00 |
| SV 10/20-44 | 10 | | | | | | | 0,25 | 0,40 | | 4174.4-5121.00 |
| SV 15/20-44 | 15 | | 3,0 | | | | | | | | 4174.4-5123.00 |
| SV 22/20-44 | 22 | ±20 % | | | | | | 0,21 | 0,30 | | 4174.4-5125.00 |
| SV 33/20-44 | 33 | | | | | | | | | | 4174.4-5127.00 |
| SV 47/20-44 | 47 | | | | | | | | | | 4174.4-5129.00 |
| SV 56/20-44 | 56 | | 4,5 | | | | | | | | 4174.4-5131.00 |
| SV 68/20-44 | 68 | | | | | | | 0,18 | 0,26 | B | 4174.4-5132.00 |
| SV 82/20-44 | 82 | | | 44 | ±2 | 21 | 3,7 | | | | 4174.4-5133.00 |
| SV 100/20-44 | 100 | | | | | | | | | | 4174.4-5134.00 |
| SV 120/20-44 | 120 | ±10 %; | 5,0 | | | | | | | | 4174.4-5135.00 |
| SV 150/20-44 | 150 | ±20 % | | | | | | | | | 4174.4-5136.00 |
| SV 180/20-44 | 180 | | | | | | | | | | 4174.4-5137.00 |
| SV 220/20-44 | 220 | | | | | | | | | | 4174.4-5138.00 |
| SV 270/20-44 | 270 | | | | | | | | | | 4174.4-5139.00 |
| SV 330/20-44 | 330 | | 7,0 | | | | | 0,14 | 0,22 | | 4174.4-5141.00 |
| SV 390/20-44 | 390 | | | | | | | | | | 4174.4-5142.00 |
| SV 470/20-44 | 470 | | | | | | | | | | 4174.4-5143.00 |
| SV 560/20-44 | 560 | | 8,0 | | | | | | | | 4174.4-5144.00 |
| SV 680/20-44 | 680 | | | | | | | | | | 4174.4-5145.00 |

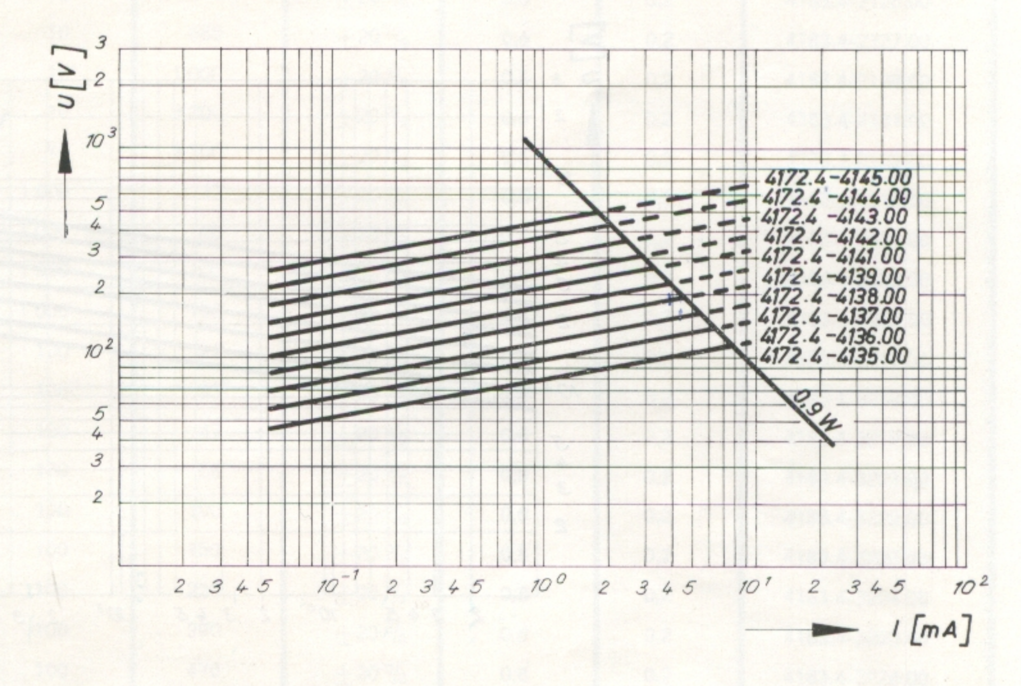
Typenbezeichnung sowie Bestellnummer beziehen sich auf eine Toleranz des Spannungsabfalls von ±20 %.

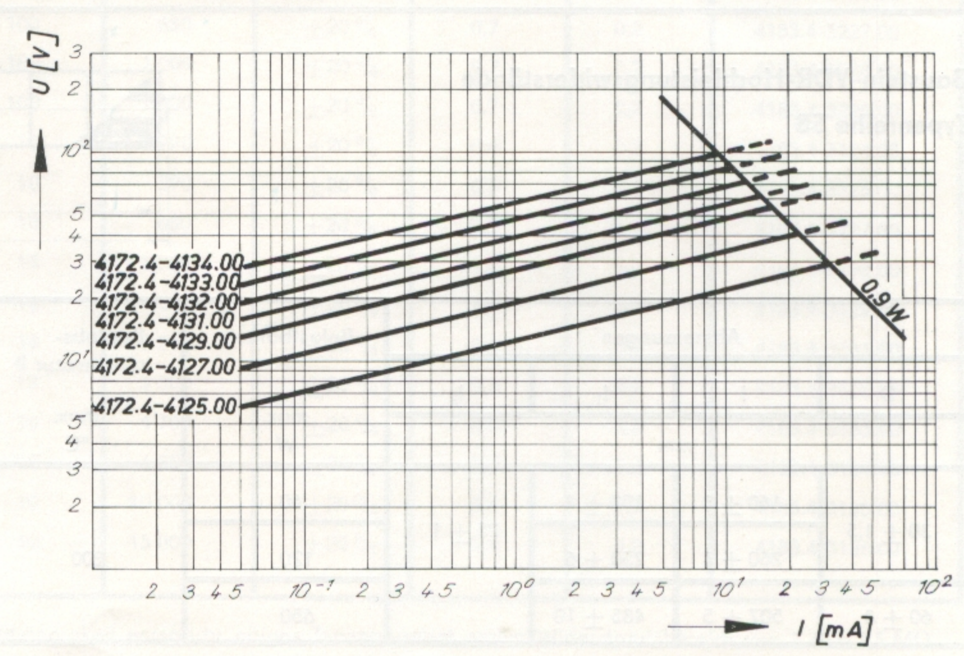
Eingeklammerte Klassifizierungsspannung für Neu- und Weiterentwicklung nicht zugelassen.

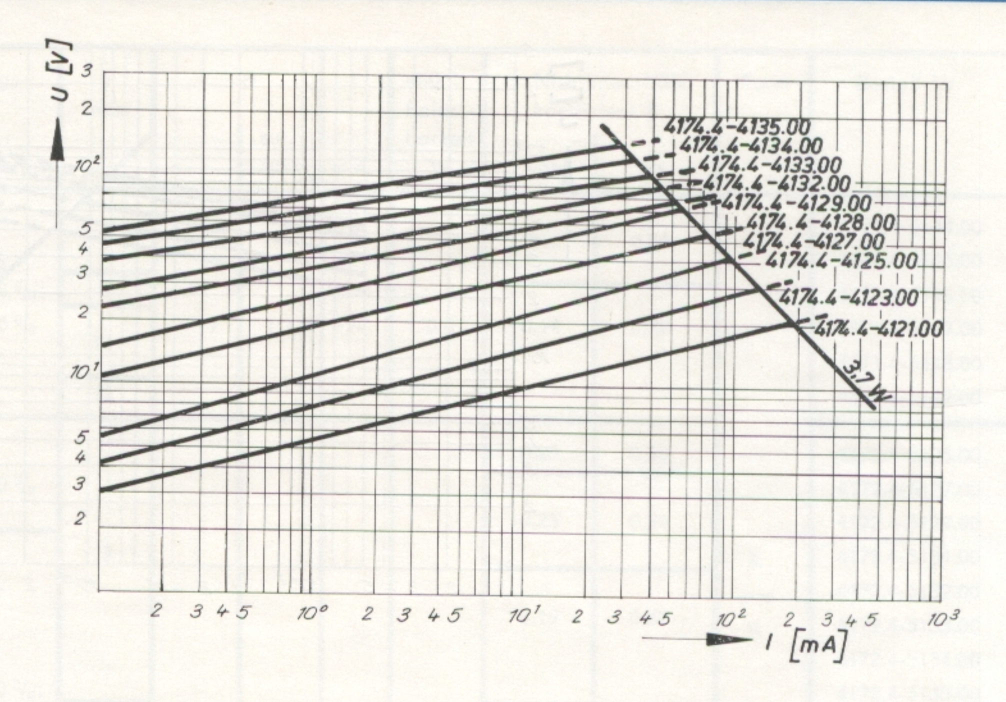
Toleranz des Spannungsabfalls:

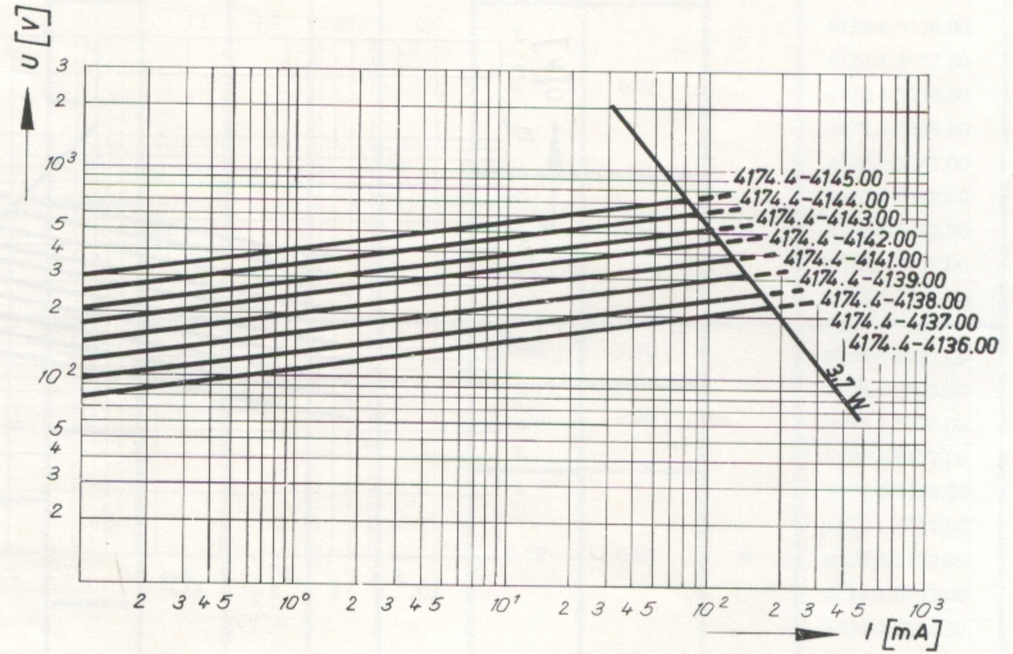
±10 % Bestell-Nr. 417x.4-4xxx.00
±20 % Bestell-Nr. 417x.4-5xxx.00


U [V]
I [mA]
4171.4-4149.00
4171.4-4148.00
4171.4-4147.00
4171.4-4146.00
4171.4-4145.00
4171.4-4144.00
0.6 W

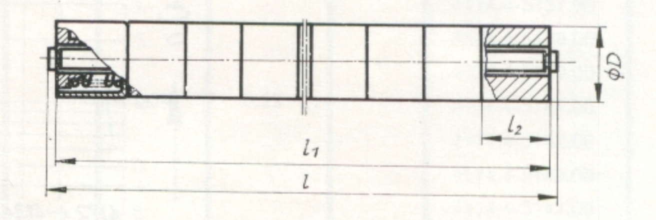

U [V]
I [mA]
4172.4-4145.00
4172.4-4144.00
4172.4-4143.00
4172.4-4142.00
4172.4-4141.00
4172.4-4139.00
4172.4-4138.00
4172.4-4137.00
4172.4-4136.00
4172.4-4135.00
0.9 W


U [V]
I [mA]
4172.4-4134.00
4172.4-4133.00
4172.4-4132.00
4172.4-4131.00
4172.4-4129.00
4172.4-4127.00
4172.4-4125.00
0.9 W




**Baustein-VDR-Hochleistungswiderstände**
**Typenreihe SB**




| Abmessungen | | | | Belastbarkeit P | Betriebstemperatur ϑ | Masse | Bestell-Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| D | l | $l_1$ | $l_2$ | max. | max. | | |
| mm | | | | W | °C | g | |
| 30 ± 1,5 | 160 ± 3 | 150 ± 4 | 25 ± 1 | 60 | 200 | 450 | 4183.4-1xxx.00 |
| 30 ± 1,5 | 260 ± 4 | 250 ± 6 | 25 ± 1 | 120 | 200 | 630 | 4183.4-2xxx.00 |
| 60 ± 3 | 507 ± 5 | 485 ± 10 | 25 ± 1 | 650 | 200 | 4 000 | 4183.4-3xxx.00 |

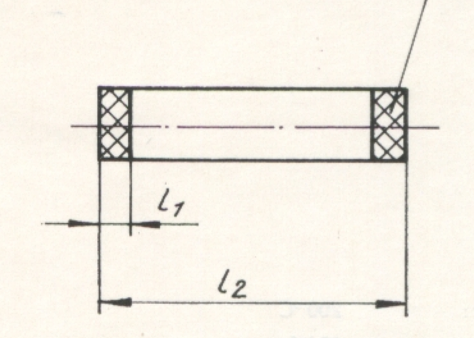
| Typ | Meßstrom J mA | Spannungsabfall U V | Toleranz | Nichtlinearitäts-koeffizient β | Toleranz | Bestell-Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SB 100/ 100-30.260 | 100 | 100 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-2222.00 |
| SB 150/ 100-30.260 | 100 | 150 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-2223.00 |
| SB 220/ 100-30.260 | 100 | 220 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-2224.00 |
| SB 390/ 100-30.260 | 100 | 390 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-2225.00 |
| SB 470/ 100-30.260 | 100 | 470 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-2226.00 |
| SB 47/ 10-30.260 | 10 | 47 | ±20 % | 0,7 | 0,2 | 4183.4-2119.00 |
| SB 68/ 10-30.260 | 10 | 68 | ±20 % | 0,7 | 0,2 | 4183.4-2121.00 |
| SB 100/ 10-30.260 | 10 | 100 | ±20 % | 0,6 | 0,2 | 4183.4-2122.00 |
| SB 150/ 10-30.260 | 10 | 150 | ±20 % | 0,6 | 0,2 | 4183.4-2123.00 |
| SB 220/ 10-30.260 | 10 | 220 | ±20 % | 0,6 | 0,2 | 4183.4-2124.00 |
| SB 390/ 10-30.260 | 10 | 390 | ±20 % | 0,6 | 0,2 | 4183.4-2125.00 |
| SB 470/ 10-30.260 | 10 | 470 | ±20 % | 0,6 | 0,2 | 4183.4-2126.00 |
| SB 680/ 10-30.260 | 10 | 680 | ±20 % | 0,6 | 0,2 | 4183.4-2127.00 |
| SB 1000/ 10-30.260 | 10 | 1 000 | ±20 % | 0,6 | 0,2 | 4183.4-2128.00 |
| SB 2200/ 10-30.260 | 10 | 2 200 | ±20 % | 0,6 | 0,2 | 4183.4-2131.00 |
| SB 3300/ 10-30.260 | 10 | 3 300 | ±20 % | 0,6 | 0,2 | 4183.4-2132.00 |
| SB 47/1000-60.500 | 1 000 | 47 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-3319.00 |
| SB 668/1000-60.500 | 1 000 | 68 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-3321.00 |
| SB 100/1000-60.500 | 1 000 | 100 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-3322.00 |
| SB 150/1000-60.500 | 1 000 | 150 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-3323.00 |
| SB 22/ 100-60.500 | 100 | 22 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-3217.00 |
| SB 33/ 100-60.500 | 100 | 33 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-3218.00 |
| SB 47/ 100-60.500 | 100 | 47 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-3219.00 |
| SB 68/ 100-60.500 | 100 | 68 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-3221.00 |
| SB 100/ 100-60.500 | 100 | 100 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-3222.00 |
| SB 150/ 100-60.500 | 100 | 150 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-3223.00 |
| SB 220/ 100-60.500 | 100 | 220 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-3224.00 |
| SB 390/ 100-60.500 | 100 | 390 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-3225.00 |
| SB 470/ 100-60.500 | 100 | 470 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-3226.00 |
| SB 680/ 100-60.500 | 100 | 680 | ±20 % | 0,7 | 0,2 | 4183.4-3227.00 |
| SB 1000/ 100-60.500 | 100 | 1 000 | ±20 % | 0,7 | 0,2 | 4183.4-3228.00 |
| SB 1500/ 100-60.500 | 100 | 1 500 | ±20 % | 0,7 | 0,2 | 4183.4-3229.00 |
| SB 220/ 10-60.500 | 10 | 220 | ±20 % | 0,6 | 0,2 | 4183.4-3124.00 |
| SB 390/ 10-60.500 | 10 | 390 | ±20 % | 0,5 | 0,2 | 4183.4-3125.00 |
| SB 680/ 10-60.500 | 10 | 630 | ±20 % | 0,5 | 0,2 | 4183.4-3127.00 |
| SB 1000/ 10-60.500 | 10 | 1 000 | ±20 % | 0,5 | 0,2 | 4183.4-3128.00 |
| SB 1500/ 10-60.500 | 10 | 1 500 | ±20 % | 0,5 | 0,2 | 4183.4-3129.00 |
| SB 2200/ 10-60.500 | 10 | 2 200 | ±20 % | 0,5 | 0,2 | 4183.4-3131.00 |
| SB 3300/ 10-60.500 | 10 | 3 300 | ±20 % | 0,5 | 0,2 | 4183.4-3132.00 |
| SB 4700/ 10-60.500 | 10 | 4 700 | ±20 % | 0,5 | 0,2 | 4183.4-3133.00 |
| SB 6800/ 10-60.500 | 10 | 6 800 | ±20 % | 0,5 | 0,2 | 4183.4-3134.00 |
| SB 10000/ 10-60.500 | 10 | 10 000 | ±20 % | 0,4 | 0,2 | 4183.4-3135.00 |
| SB 15000/ 10-60.500 | 10 | 15 000 | ±20 % | 0,4 | 0,2 | 4183.4-3136.00 |

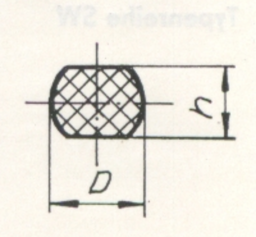
Unter Vernachlässigung der Spannungsabhängigkeit entspricht obiges Typenangebot einem Widerstandsbereich von 3,3 Ω–1,5 MΩ

| Typ | Meßstrom J mA | Spannungsabfall U V | Toleranz | Nichtlinearitätskoeffizient β | Toleranz | Bestell-Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SB 3,3/1000-30.160 | 1 000 | 3,3 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-1312.00 |
| SB 4,7/1000-30.160 | 1 000 | 4,7 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-1313.00 |
| SB 6,8/1000-30.160 | 1 000 | 6,8 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-1314.00 |
| SB 10 /1000-30.160 | 1 000 | 10 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-1315.00 |
| SB 15 /1000-30.160 | 1 000 | 15 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-1316.00 |
| SB 2,2/ 100-30.160 | 100 | 2,2 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-1211.00 |
| SB 3,3/ 100-30.160 | 100 | 3,3 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-1212.00 |
| SB 4,7/ 100-30.160 | 100 | 4,7 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-1213.00 |
| SB 6,8/ 100-30.160 | 100 | 6,8 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-1214.00 |
| SB 10 / 100-30.160 | 100 | 10 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-1215.00 |
| SB 15 / 100-30.160 | 100 | 15 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-1216.00 |
| SB 22 / 100-30.160 | 100 | 22 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-1217.00 |
| SB 33/ 100-30.160 | 100 | 33 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-1218.00 |
| SB 47 / 100-30.160 | 100 | 47 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-1219.00 |
| SB 68 / 100-30.160 | 100 | 68 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-1221.00 |
| SB 100 / 100-30.160 | 100 | 100 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-1222.00 |
| SB 150 / 100-30.160 | 100 | 150 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-1223.00 |
| SB 22 / 10-30.160 | 10 | 22 | ±20 % | 0,6 | 0,2 | 4183.4-1117.00 |
| SB 33 / 10-30.160 | 10 | 33 | ±20 % | 0,6 | 0,2 | 4183.4-1118.00 |
| SB 47 / 10-30.160 | 10 | 47 | ±20 % | 0,6 | 0,2 | 4183.4-1119.00 |
| SB 100 / 10-30.160 | 10 | 100 | ±20 % | 0,6 | 0,2 | 4183.4-1122.00 |
| SB 150 / 10-30.160 | 10 | 150 | ±20 % | 0,6 | 0,2 | 4183.4-1123.00 |
| SB 220 / 10-30.160 | 10 | 220 | ±20 % | 0,6 | 0,2 | 4183.4-1124.00 |
| SB 390 / 10-30.160 | 10 | 390 | ±20 % | 0,6 | 0,2 | 4183.4-1125.00 |
| SB 470 / 10-30.160 | 10 | 470 | ±20 % | 0,6 | 0,2 | 4183.4-1126.00 |
| SB 680 / 10-30.160 | 10 | 680 | ±20 % | 0,6 | 0,2 | 4183.4-1127.00 |
| SB 1000 / 10-30.160 | 10 | 1 000 | ±20 % | 0,6 | 0,2 | 4183.4-1128.00 |
| SB 1500 / 10-30.160 | 10 | 1 500 | ±20 % | 0,6 | 0,2 | 4183.4-1129.00 |
| SB 6,8/1000-30.260 | 1 000 | 6,8 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-2314.00 |
| SB 10 /1000-30.260 | 1 000 | 10 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-2315.00 |
| SB 15 /1000-30.260 | 1 000 | 15 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-2316.00 |
| SB 22 /1000-30.260 | 1 000 | 22 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-2317.00 |
| SB 33 /1000-30.260 | 1 000 | 33 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-2318.00 |
| SB 4,7/ 100-30.260 | 100 | 4,7 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-2213.00 |
| SB 6,8/ 100-30.260 | 100 | 6,8 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-2214.00 |
| SB 10 / 100-30.260 | 100 | 10 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-2215.00 |
| SB 15 / 100-30.260 | 100 | 15 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-2216.00 |
| SB 22 / 100-30.260 | 100 | 22 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-2217.00 |
| SB 33 / 100-30.260 | 100 | 33 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-2218.00 |
| SB 47 / 100-30.260 | 100 | 47 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-2219.00 |
| SB 68 / 100-30.260 | 100 | 68 | ±20 % | 0,8 | 0,2 | 4183.4-2221.00 |

## Stabförmige-VDR-Hochleistungswiderstände

### Typenreihe SS



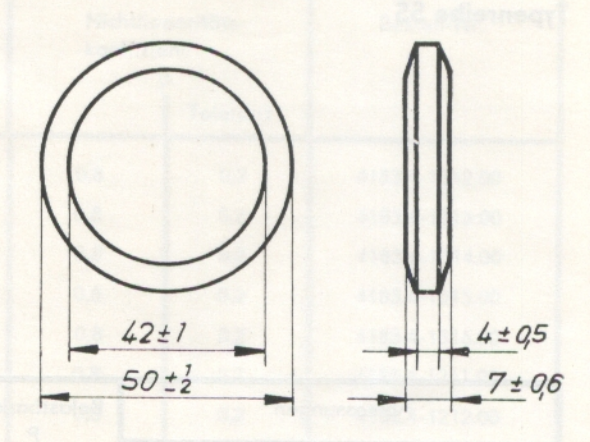

| Abmessungen D | $l_2$ | h | $l_1$ | Belastbarkeit P max. | Betriebstemperatur ϑ max. | Nichtlinearitätskoeffizient β | Toleranz | Masse | Bestell-Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mm | | | | W | °C | | | g | |
| 18 ± 1 | 16 ± 1 | ≧ 4 | 120 ± 4 | 28 | 200 | 0,8 | ± 0,2 | 80 | 4181.3-3xxx.xx |
| | | | 200 ± 6 | 44 | | | | 125 | 4181.3-4xxx.xx |

Kennzeichnung durch Aufdruck: Spannungsabfall/Meßstrom

| Typ | Meßstrom J mA | Spannungsabfall U V | Toleranz | Bestell-Nr. |
|---|---|---|---|---|
| SS 3,3/1000-18.120 | 1 000 | 3,3 | ± 20 | 4181.3-3318.00 |
| SS 4,7/1000-18.120 | | 4,7 | | 4181.3-3319.00 |
| SS 6,8/1000-18.120 | | 6,8 | | 4181.3-3321.00 |
| SS 10,0/1000-18.120 | | 10 | | 4181.3-3322.00 |
| SS 1,5/ 100-18.120 | 100 | 1,5 | | 4181.3-3216.00 |
| SS 2,2/ 100-18.120 | | 2,2 | | 4181.3-3217.00 |
| SS 3,3/ 100-18.120 | | 3,3 | | 4181.3-3218.00 |
| SS 4,7/ 100-18.120 | | 4,7 | | 4181.3-3219.00 |
| SS 10 / 100-18.120 | | 6,8 | | 4181.3-3221.00 |
| SS 15 / 100-18.120 | | 10 | | 4181.3-3222.00 |
| SS 22 / 100-18.120 | | 15 | | 4181.3-3224.00 |
| SS 33 / 100-18.120 | | 22 | | 4181.3-3225.00 |
| SS 47 / 100-18.120 | | 33 | | 4181.3-3226.00 |
| SS 6,8/ 100-18.120 | | 47 | | 4181.3-3227.00 |
| SS 68 / 100-18.120 | | 68 | | 4181.3-3228.00 |
| SS 100 / 100-18.120 | | 100 | | 4181.3-3229.00 |
| SS 15 / 10-18.120 | 10 | 15 | | 4181.3-3124.00 |
| SS 22 / 10-18.120 | | 22 | | 4181.3-3125.00 |
| SS 3,3/1000-18.200 | 1 000 | 3,3 | | 4181.3-4318.00 |
| SS 10 /1000-18.200 | | 10 | | 4181.3-4322.00 |
| SS 10 / 100-18.200 | 100 | 10 | | 4181.3-4222.00 |
| SS 15 / 10-18.200 | | 15 | | 4181.3-4224.00 |
| SS 22/ 100-18.200 | | 22 | | 4181.3-4225.00 |

## Scheibenförmige-VDR-Widerstände

### Typenreihe SW

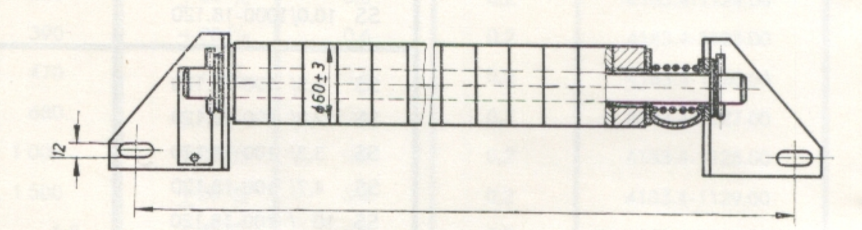



Maximale Betriebstemperatur: 200 °C
Maximale Belastbarkeit: 12 W
Toleranz des Stromes bei Meßspannung: ±20 %, ±40 %
Toleranz für β: ±0,2

| Typ | Bestell-bezeichnung | Meß-spannung (V) | Strom bei Meß-spannung (mA) | β |
|---|---|---|---|---|
| SW 80/150 | 4184.3-1212.71 | 80 | 150 | 0,35 |
| SW 110/140 | 4184.3-1313.71 | 110 | 140 | 0,35 |
| SW 120/100 | 4184.3-1414.71 | 120 | 100 | 0,35 |

## Stabförmige-VDR-Hochleistungswiderstände

### Typenreihe SBS




| Typ | Bestell-bezeichnung | Zulässige Spannung während 6 s (kV) | Betriebs-spannung (V) | Betriebs-strom (mA) | Nenn-ableit-stoß-strom (Welle 8/20 µs) (kA) | Spannungs-abfall bei Nenn-ableit-stoß-strom (kV) | β | l (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SBS 6/2,5 | 4187.4-1111.00 | 6 | 400 | ≦ 10 | 2,5 | ≦ 45 | ≦ 0,3 | 380 ± 5 |
| SBS 10/2,5 | 4187.4-1112.00 | 10 | 665 | ≦ 15 | 2,5 | ≦ 60 | ≦ 0,3 | 480 ± 6 |
| SBS 20/2,5 | 4187.4-1113.00 | 20 | 1 320 | ≦ 15 | 2,5 | ≦ 120 | ≦ 0,3 | 580 ± 8 |
| SBS 30/2,5 | 4187.4-1114.00 | 30 | 2 000 | ≦ 15 | 2,5 | ≦ 180 | ≦ 0,3 | 780 ± 10 |




**HEIM-ELECTRIC**
**EXPORT-IMPORT**
VOLKSEIGENER AUSSENHANDELSBETRIEB
DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK
DDR · 1026 BERLIN · ALEXANDERPLATZ
HAUS DER ELEKTROINDUSTRIE

KOMBINAT
VEB KERAMISCHE WERKE HERMSDORF

DDR - 653 Hermsdorf / Thüringen, Friedrich - Engels - Straße 79
Telefon: 510 · Telex: 58246
Telegramme: Kaweha Hermsdorf / Thür.

## WIR PRODUZIEREN:

Isolierkörper und Isolatoren
für Apparate und Freileitungen für höchste Spannungen

Elektronische Bauelemente für die Rundfunk-, Fernseh-, Nachrichten-, Meß-, Steuer- und Regelungstechnik und für die Datenverarbeitung

Apparate und Anlagen aus Hartporzellan und Steinzeug für die chemische und artverwandte Industrie

Hochverschleißfeste, hochtemperaturbeständige, korrosionsfeste und elektrisch maximal belastbare oxidkeramische Erzeugnisse für die verschiedensten Industriezweige

Isolier- und Bauteile für die Elektrotechnik, Schaltgeräte, Funken- und Lichtbogenschutz, Wärme- und Beleuchtungsgeräte

Bauteile und -elemente für die HF-Technik, Tragkörper für Kohleschicht-, Metallschicht- und Drahtwiderstände

Sintermetallische Kontakt- und Stromübertragungselemente, Einbauteile für Röhrentechnik, Überschwermetalle als Abschirmmaterial für Gammastrahlen

Isolator-Zündkerzen für Otto-Motoren in allen Gewindegrößen und Wärmewerten, Rennkerzen und Spezialkerzen

Heizstäbe zur Anwendung in Industrie, Handwerk, Gewerbe, für Liegeplatzbeheizung zur Tieraufzucht, für die Beheizung von Weichen der Schienenfahrzeuge

Generallieferant für den Aufbau kompletter Produktionsanlagen bis zu schlüsselfertigen Fabriken für die Elektroporzellanfertigung und Zündkerzenproduktion.

Wir erwarten Ihre Anfragen!

Ag 26/435/77 - 8 - V/15/5 - 22